

**LOS CAMBIOS EN LA ADOLESCENCIA
EXPERIENCIA CON ESTUDIANTES DE CICLO IV
COLEGIO RETOS**

**ERIKA MARÍA LASPRILLA PÉREZ
OLGA LUCÍA PEÑALOZA MORALES**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ D.C
2015**

**LOS CAMBIOS EN LA ADOLESCENCIA
EXPERIENCIA CON ESTUDIANTES DE CICLO IV
COLEGIO RETOS**

**ERIKA MARÍA LASPRILLA PÉREZ
OLGA LUCÍA PEÑALOZA MORALES**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Magister en Docencia de las Ciencias Naturales**

**Asesoras
MARGARITA LUCY VARGAS NIETO
ROSA INÉS PEDREROS MARTÍNEZ**


Línea Enseñanza de las Ciencias Contexto y Diversidad Cultural

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ D.C
2015**

“Para todos los efectos declaramos que el presente trabajo es original y de nuestra autoría; en aquellos casos en los cuales hemos requerido del trabajo de otros autores o investigadores, hemos dado los respectivos créditos”.

Consejo Superior Acuerdo 031 del 04 de diciembre de 2007,

Artículo 42, parágrafo 2.

	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 20-06-2015	Página 4 de 140	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Los cambios en la adolescencia, Experiencia con estudiantes de ciclo IV, Colegio Retos
Autor(es)	Lasprilla Pérez, Erika María; Peñaloza Morales, Olga Lucía
Director	Pedreros Martínez, Rosa Inés; Vargas Nieto Margarita Lucy
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2015. 132p.
Unidad Latrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	CAMBIOS, ADOLESCENCIA, ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, EXPLICACIÓN, HORMONA.

2. Descripción
<p>En este trabajo de grado se presenta el proceso de investigación que se llevó a cabo con estudiantes de secundaria que están vivenciando la etapa de la adolescencia, se enfoca en describir y caracterizar las explicaciones que ellos construyen de manera individual y colectiva respecto a los cambios en la adolescencia. Se profundiza en el crecimiento de los senos y el vello, como situaciones de estudio; a la vez, se dan a conocer las condiciones de posibilidad de construcción de dichas explicaciones.</p> <p>En la propuesta de aula se busca constantemente la construcción de saberes a partir de las vivencias de los estudiantes, se observa que a medida que se avanza en su desarrollo se van modificando sus ideas para ser reorientadas, complementadas y cuestionadas. De esta manera, se logran consensos en sus argumentos y la vinculación de elementos y relaciones en las situaciones de estudio, con el ánimo de alcanzar una mayor comprensión de lo que les sucede a su cuerpo.</p> <p>La actividad de aula se propone como una estrategia alternativa en la enseñanza de las ciencias, que orienta a la construcción colectiva a partir de saberes y sentires individuales y busca que los fenómenos de estudio se analicen desde una visión diferente a la clásica, alejada del reduccionismo, promoviendo al contrario la mirada holística y sistémica de estos, vinculando así los elementos que inciden y las</p>

diferentes relaciones que se pueden presentar en dichas situaciones de estudio a nivel interno y con el medio o entorno en el que se encuentren.

El trabajo se desarrolla en el contexto del programa de Maestría en docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional y se encuentra inscrito en la línea de investigación Enseñanza de las Ciencias, Contexto y Diversidad Cultural.

3. Fuentes

Adúriz, A. 2008. La explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza: aproximaciones epistemológica y didáctica. En: Revista Latinoamericana de la Universidad de Caldas 4(2) p.101-133. Arcá, M; Guidoni, P; Mazzoli, P (1990). Enseñar ciencias. España: Paidós Educador. Amaro, S 1975. Breve historia de la endocrinología. La Habana: Editorial Científico-Technica. Giordan, A; De Vecchi. 1995. Los orígenes del saber. Fundamentos N°1 Colección Investigación y Enseñanza. Sevilla: Diada Editorial. Gómez, A. 2005. La Construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar. Tesis Doctoral. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona. Gómez, A. 2006. Construcción de explicaciones científicas escolares. Revista Educación y Pedagogía. Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad de Educación. 18 (45) p.73-83. Gómez, A. 2008. Construcción de explicaciones multimodales ¿qué aportan los diversos registros semióticos? Revista latinoamericana de Estudios Educativos Manizales: Universidad de Caldas 4(2) p. 83-99. Gómez, A. 2011. La enseñanza de la biología en educación básica: modelización y construcción de explicaciones multimodales. Conferencia inaugural del VI encuentro nacional de experiencias en enseñanza de la biología y educación ambiental. Primer congreso nacional de investigación en enseñanza de la biología. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Jiménez, R. 2005. Diseño y aplicación del programa guía de actividades para la enseñanza del concepto hormona para el Grado Octavo. Trabajo de grado para optar al título de licenciado. Universidad Pedagógica Nacional. Jiménez, J. 2012. Aportes Pedagógicos para la Enseñanza de la Biología y el Aprendizaje del Cuerpo Humano desde el Pensamiento Sistémico. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional. Jiménez, G; Pedreros, R. 2014. El aula como sistema de relaciones. Módulo de pedagogía II. Maestría en docencia de las ciencias naturales. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Langley, 1969. Homeóstasis. Madrid: Editorial Alambra. Latorre, A. 2003. La investigación - acción. Conocer y cambiar la práctica educativa. España: Editorial Grao. Maturana, H. Varela, F. 1995. De máquinas y seres vivos. autopoiesis: la organización de lo vivo. Santiago de Chile: Editorial Universitaria. Mayr, E. 2005. Así es la biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica. Buenos Aires: Katz

4. Contenidos

El documento está organizado en cinco capítulos. El *primero*, considera los antecedentes acerca de las investigaciones en torno a la enseñanza de las ciencias, la construcción de explicaciones y los cambios en la adolescencia. El *segundo*, trata de los referentes teóricos, se considera el estudio del mundo vivo, el objeto de estudio de la biología, los cambios en la adolescencia y la enseñanza de la biología en torno a las explicaciones. El *tercero*, referente al diseño metodológico en el que se describen la propuesta de aula implementada, la población de estudio y los supuestos metodológicos de partida. El *cuarto*, muestra el análisis de la propuesta de aula, considerando los criterios establecidos en el diseño metodológico para la revisión de las explicaciones, se consideran los elementos involucrados en éstas, su origen, su función, la interpretación del mundo físico y del mundo vivo; a partir del reconocimiento de las construcciones de los estudiantes sobre los cambios en la adolescencia, y el *quinto* llamado reflexiones finales y recomendaciones, da a conocer las conclusiones a las que llegan las autoras respecto al tema de estudio y propone aspectos a tener en cuenta en la enseñanza de las ciencias.

5. Metodología

La perspectiva metodológica es la investigación cualitativa, con carácter descriptivo e interpretativo. El trabajo se realiza a partir de proponer una situación de estudio, teorizar al respecto, diseñar una ruta metodológica, recopilar información, describir lo observado y discutir las ideas e impresiones recogidas durante la investigación.

La población de estudio está representada en 19 estudiantes, 7 mujeres y 12 hombres, con edades entre los 13 y 17 años que cursan el Ciclo IV, Fase I, (grado octavo en la educación media) del colegio Retos, institución educativa privada ubicada en el barrio La Calleja, en la localidad de Usaquén, ciudad de Bogotá.

Los momentos del trabajo en el aula son cinco, nominados así, expresando ideas sobre los cambios, seleccionando situaciones problema, construcción de explicaciones (exploración de los cambios), re significando ideas en colectivo y por último la comprensión de los cambios, etapas en las que se recoge la información para su posterior análisis.

Los resultados del estudio se presentan, a partir de cinco criterios de análisis titulados por las autoras como elementos involucrados en las explicaciones, origen de las explicaciones, formas de interpretar el mundo, formas de interpretar lo vivo y función de las explicaciones, además se expone un apartado en el que se dan a conocer todas las relaciones que los estudiantes proponen cuando explican el crecimiento de los senos y el vello.

Los instrumentos que se emplean para la recolección de la información son el diario de campo, producciones orales, gráficas y escritas de los estudiantes y registros de vídeo y fotografía.

6. Conclusiones

En la explicación de los cambios, los estudiantes involucran elementos como el tiempo, el crecimiento, la genética y/o herencia, el ADN y el género, la edad, el medio ambiente y la presencia de hormonas principalmente. Dichos elementos no son tratados de forma independiente, generalmente, se establecen relaciones entre ellos y entre ellos y los cambios, dando a entender que se concibe el cuerpo como un sistema abierto, modificable por agentes internos y externos. Algunos cambios descritos son causados por agentes externos y son particulares en algunas personas, por ejemplo, padecer alguna enfermedad o en el caso de la mujer en etapa de embarazo.

En la elaboración de explicaciones sobre el cambio en la adolescencia, la curiosidad, la imaginación y los supuestos de partida de los estudiantes, son fundamentales en los procesos de construcción de conocimiento, ya que permiten la exteriorización de ideas a través de las cuales se interpretan los propios fenómenos biológicos.

Cuando los estudiantes explican el crecimiento de los senos y el vello, se evidencia como característica la multicausalidad en sus explicaciones. De esta manera, incluyen agentes internos o externos al organismo, distintos niveles de organización de los seres vivos, causas naturales y artificiales, el desarrollo de órganos en etapas determinadas de la vida mediado por el transcurrir del tiempo y la presencia de determinadas sustancias con diferentes concentraciones, entre otras cuestiones para dar cuenta de los cambios en la adolescencia.

Las hormonas son consideradas por los estudiantes como un elemento central en la ampliación de las explicaciones; estableciendo diversas relaciones, como por ejemplo: entre las hormonas y las células; entre las hormonas y las glándulas; entre las hormonas y algunos sistemas u órganos; entre las hormonas y el género; entre las hormonas y los procesos biológicos, incluyendo enfermedades; entre las hormonas y los cambios. Relacionar las hormonas en diversos sentidos además lleva a los estudiantes a aplicar su conocimiento sobre estas sustancias en otros contextos diferentes al propuesto en el estudio, por ejemplo, la relación entre las hormonas y el dopaje de deportistas.

Con este estudio se corrobora la necesidad y relevancia de la investigación educativa para lograr trascender en la práctica docente de la enseñanza de las ciencias, solo escudriñando y experimentando en el aula se pueden encontrar nuevos elementos que promuevan un aprendizaje con sentido y significado para los estudiantes y permitan reflexionar acerca de la función de la escuela en la sociedad.

Elaborado por:	Lasprilla Pérez, Erika María; Peñaloza Morales, Olga Lucía
Revisado por:	Pedrerros Martínez, Rosa Inés; Vargas Nieto Margarita Lucy

Fecha de elaboración del Resumen:	20	06	2015
--	----	----	------

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	12
1. ANTECEDENTES	17
1.1. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	17
1.2. LOS CAMBIOS EN LA ADOLESCENCIA.....	22
2. REFERENTES TEÓRICOS	25
2.1 FORMAS DE COMPRENDER EL MUNDO	25
2.2 EXPLICACIONES DEL MUNDO VIVO	32
2.3 CAMBIOS EN LA ADOLESCENCIA	40
2.3.1 Los cambios adolescentes en el contexto escolar	41
2.3.2 Las hormonas en los cambios de la adolescencia.....	42
2.4 LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA Y LAS EXPLICACIONES	49
3. REFERENTES METODOLÓGICOS	55
3.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN	55
3.2 CRITERIOS DE ANÁLISIS DE LAS EXPLICACIONES.....	57
3.2.1 Primer Criterio: Elementos involucrados en las explicaciones.....	57
3.2.2 Segundo Criterio: Origen de la Explicación	58
3.2.3 Tercer Criterio: Forma de Interpretar el Mundo	59
3.2.4 Cuarto criterio: forma de interpretar el mundo vivo.....	59
3.2.5 Quinto Criterio: Función de las Explicaciones.....	60
3.3 CONTEXTO Y POBLACIÓN PARTICIPANTE	60
3.3.1 Técnicas e instrumento para recolección de la información	60
3.4 EL RECORRIDO EN EL AULA	61
4. EXPLICACIONES EN EL AULA	65
4.1 IDEAS PRELIMINARES SOBRE EL CAMBIO.....	65
4.2 SELECCIONANDO SITUACIONES DE ESTUDIO: CRECIMIENTO DEL VELLO Y DE LOS SENOS	72
4.2.1 Elementos involucrados en las explicaciones.....	73
4.2.2 Origen de la explicación.....	80
4.2.3 Forma de interpretar el mundo	88
4.2.4. Forma de interpretar el mundo vivo	92
4.2.5 Función de las explicaciones	97

4.3 ANÁLISIS DE LOS HALLAZGOS	102
4.3.1 Relaciones establecidas por los estudiantes en sus explicaciones	102
4.3.1.1 Entre el cambio y sus causas	103
4.3.1.2 Entre las hormonas y diferentes niveles de organización de los seres vivos	105
4.3.1.3 Entre las hormonas y sus funciones.....	107
4.3.1.4 Entre órganos y sus funciones	109
4.3.1.5 Entre órganos y función de las sustancias	110
4.3.1.6 Entre el cambio y la concentración de sustancias	111
4.3.1.7 Entre las hormonas, el género y el cambio	111
4.3.1.8 Entre hormonas, órganos y procesos biológicos	113
4.3.1.9 Entre órgano, sustancia, género y etapa de la vida.....	114
4.3.1.10 Entre cambio, tejidos, hormonas y condiciones de tiempo y desarrollo	114
4.3.2 Caracterización de las explicaciones de los estudiantes	115
4.3.3 Concepciones emergentes de las explicaciones de los estudiantes	118
4.3.3.1 Concepción de Hormona.....	119
4.3.3.2 Concepción de Organismo	121
5. REFLEXIONES FINALES.....	124
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Síntesis de las visiones clásicas	28
Figura 2. Comparación entre la Perspectiva Clásica y la Perspectiva Sistémica	32
Figura 3. Ideas Fisicalistas no aplicables a la Biología	34
Figura 4. Propuesta para estudiar los seres vivos	38
Figura 5. Cambios en Mujeres	46
Figura 6. Cambios en Hombres	46
Figura 7. Control de la glándula tiroides.....	48
Figura 8. Proceder Metodológico de la investigación	56
Figura 9. Momentos de Trabajo en el Aula	62
Figura 10. Cambios en las cualidades	67
Figura 11. Cambios y variables expresadas por los estudiantes	71
Figura 12. Elementos que Inciden de forma particular en la explicación.....	71
Figura 13. Elementos y relaciones que establecen los estudiantes respecto al cambio	80
Figura 14. Condiciones que originan las explicaciones sobre el crecimiento del vello y de los senos	87
Figura 15. Posturas sobre la interpretación del mundo vivo en las explicaciones del crecimiento del vello y de los senos	92
Figura 16. Posturas sobre la interpretación del mundo vivo en las explicaciones del crecimiento del vello y de los senos	96
Figura 17. Función de las explicaciones sobre el crecimiento del vello y de los senos	101
Figura 18. Relación entre el cambio y sus causas	105
Figura 19. Relación entre las hormonas y los diferentes niveles de organización de los seres vivos	107
Figura 20. Relación entre las hormonas y sus funciones	109
Figura 21. Relación entre hormonas, órganos y procesos biológicos	113
Figura 22. Entre cambio, tejidos, hormonas y condiciones de tiempo y desarrollo	115
Figura 23. Explicación sobre la hipófisis	120
Figura 24. Explicación sobre las hormonas.....	121

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Características específicas de los seres vivos	39
Tabla 2. Características de acuerdo con la acción de la testosterona	47
Tabla 3. Características de las concepciones	53
Tabla 4. Elementos involucrados en las explicaciones	58
Tabla 5. Origen de la explicación	58
Tabla 6. Forma de interpretar el mundo	59
Tabla 7. Forma de interpretar el mundo vivo	59
Tabla 8. Función de las explicaciones.....	60
Tabla 9. Intenciones, actividades y descripción del trabajo de aula	62
Tabla 10. El tiempo en relación con el cambio	65
Tabla 11. El crecimiento en relación con el cambio	66
Tabla 12. La herencia, genética y ADN en relación con el cambio	66
Tabla 13.El género en relación con el cambio	67
Tabla 14. La experiencia en relación con las ideas de cambio	68
Tabla 15. Los intereses particulares en relación con las ideas de cambio.....	68
Tabla 16. La construcción colectiva en relación con las ideas de cambio.....	69
Tabla 17. Posturas en relación con las ideas de cambio	69
Tabla 18. Las costumbres del aula en relación con las de cambio	70
Tabla 19. Elementos involucrados en las explicaciones sobre el crecimiento del vello	74
Tabla 20. Elementos involucrados en las explicaciones sobre el crecimiento de los senos.....	76
Tabla 21. Origen de las explicaciones sobre el crecimiento del vello	81
Tabla 22. Origen de las explicaciones sobre el crecimiento de los senos.....	83
Tabla 23. Posturas presentes en las explicaciones sobre el crecimiento del vello	88
Tabla 24. Posturas presentes en las explicaciones sobre el crecimiento de los senos	89
Tabla 25. Posturas sobre el mundo vivo en las explicaciones acerca del crecimiento del vello.....	93
Tabla 26. Posturas sobre el mundo vivo en las explicaciones acerca del crecimiento de los senos	94
Tabla 27. Función de las explicaciones acerca del crecimiento del vello.....	98
Tabla 28. Función de las explicaciones acerca del crecimiento de los senos.....	99

LISTA DE ANEXOS

	Página
ANEXO 1.....	136

INTRODUCCIÓN

Actualmente se ha incrementado el interés por reflexionar respecto a las prácticas de aula buscando hacerlas más significativas, sin embargo aún prevalecen algunas visiones tradicionales de enseñar ciencias naturales, donde se mantiene la acción de transmitir información que no conduce a un aprendizaje integrado entre la teoría que se muestra en la escuela y las vivencias de los niños, niñas y adolescentes.

En consecuencia, los estudiantes asumen una actitud pasiva y de indiferencia que les impide producir nuevos significados acerca de los eventos de su entorno. La clase magistral, los saberes acabados, el protagonismo de la memoria y de los contenidos, se reflejan en las interpretaciones y falta de comprensión de los estudiantes, haciendo que en ocasiones se sientan incapaces de construir sus propias ideas y se limiten a repetir las respuestas que al parecer desea escuchar el docente.

Por lo anterior, es necesario aportar elementos para transformar las prácticas, promoviendo el estudio de situaciones que les permita a los estudiantes abordar sus realidades y construir explicaciones acerca de lo que para ellos es trascendental, como es el caso de los cambios que presentan los individuos en la adolescencia. En consecuencia, la clase de ciencias naturales debe tomar un sentido que oriente un aprendizaje revelador en el estudiante, que le posibilite una nueva forma de interpretar sus vivencias, así como permitir guiarlo en la comprensión de los seres vivos de los cuales forma parte.

En el programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional, se plantea que es posible promover formas de conocimiento para dar significado a la vida del individuo. Visto de este modo, uno de los componentes a tener en cuenta durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la biología es la concepción de organismo por parte del estudiante, cuyo organismo propio cambia constante y significativamente en la adolescencia.

Teniendo en cuenta las ideas anteriores sobre la relevancia de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela, se propone la presente investigación con el ánimo de mejorar la comprensión y elaboración de explicaciones sobre los cambios y transformaciones en la adolescencia, desde una perspectiva diferente a la tradicional. Al respecto de la enseñanza, Foucault (1983) plantea que la enseñanza no puede ser pensada solamente como la transmisión de contenidos, sino que adquiere otro sentido: el de asignar, distribuir y adecuar los discursos a los sujetos y éstos a aquellos, para posibilitar un pensamiento como el científico.

Se seleccionan los cambios en la adolescencia por tratarse de uno de los fenómenos biológicos que afecta de forma directa al adolescente y porque la experiencia docente muestra que los estudiantes generalmente se conforman con explicaciones de corte reduccionista y determinista en las que tan solo se estudia el funcionamiento de los órganos endocrinos y las hormonas, sin incluirse las interacciones de estos con el resto del organismo entendido como sistema. De ahí que, para el presente estudio es relevante generar aportes sobre la comprensión del organismo.

Entender el funcionamiento del organismo resulta complejo, se relaciona con la experiencia que tiene el sujeto respecto a un evento que de ser abordado con propósitos claros genera conocimiento. Por otro lado, las prácticas de enseñanza en ocasiones no posibilitan en el estudiante la comprensión esperada, aclarando que la falta de comprensión no es una dificultad que afecte solamente al estudiante, también al docente quien debe generar estrategias que le permitan dar solución al conflicto y continuar con el proceso educativo en las aulas.

Se reitera que las inquietudes de los jóvenes acerca de los cambios y transformaciones que tienen sus cuerpos, generalmente, se resuelven desde la parcialidad que protagonizan los órganos y sus funciones, mas no de la generación de una visión integrada que les permita reconocer interacciones a diferentes niveles dentro y fuera

del organismo. Por lo cual, en este estudio se busca que el estudiante construya nuevas representaciones respecto a la organización de su cuerpo en relación con los cambios en la adolescencia, es decir, genere nuevas formas de abordar el conocimiento, dando una resignificación del cuerpo como un sistema biológico con sus elementos e interrelaciones entre los diferentes subsistemas presentes en él.

Se propone una forma alternativa a través de la cual el estudiante pueda explicarse los cambios en la adolescencia, superando la tendencia de interpretar al organismo con componentes aislados o como un todo que carece de la interacción de los elementos que lo constituyen. En su lugar, la interpretación sistémica posibilita al estudiante acercarse a una situación de estudio configurando nuevas realidades que se separan de la biología como mera disciplina, promoviendo de esta forma nuevos saberes; en donde se consideran las relaciones multicausales, la retroalimentación, las condiciones que lo hacen posible y su comportamiento, entre otros. De esta forma, se pretende abordar el conocimiento desde su carácter multidimensional en lugar de promover una enseñanza carente de sentido.

De lo expuesto anteriormente, se formula la pregunta de investigación *¿Cuáles son las explicaciones de los estudiantes de ciclo IV del Colegio Retos sobre los cambios en la adolescencia?*

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, se plantea como objetivo general, *Caracterizar las explicaciones de los estudiantes de ciclo IV del Colegio Retos sobre los cambios de su cuerpo e identificar las condiciones de posibilidad en las que emergen.* Como objetivos específicos, *diseñar e implementar una ruta de trabajo en el aula que promueva la construcción de explicaciones en cuanto a los cambios en la adolescencia; clasificar las explicaciones de los estudiantes acerca de los cambios de su cuerpo en la adolescencia, y finalmente, reconocer los elementos y las relaciones presentes en las explicaciones de los estudiantes.*

El documento en su presentación se ha organizado en cinco capítulos. El *primero*, considera los antecedentes acerca de las investigaciones en torno a la enseñanza de las ciencias, la construcción de explicaciones y los cambios en la adolescencia.

El *segundo*, trata de los referentes teóricos de mayor importancia para el desarrollo de esta investigación. Se hace alusión al estudio del mundo vivo a través de diferentes posturas a lo largo del tiempo, también al objeto de estudio de la biología, los cambios en la adolescencia y la enseñanza de la biología en torno a las explicaciones.

El *tercero*, referente al diseño metodológico en el cual se describe la forma como es recopilada la información que proviene de la propuesta de aula, la población de estudio con la cual se realiza esta investigación, los supuestos metodológicos de partida, algunos adaptados de bibliografía pertinente y otros diseñados por las autoras.

El *cuarto*, muestra el análisis de las explicaciones bajo los criterios en el diseño metodológico, considerando los elementos involucrados en éstas, su origen, función, la interpretación del mundo físico y del mundo vivo; a partir del reconocimiento de las construcciones de los estudiantes sobre los cambios en la adolescencia.

El *quinto* llamado reflexiones finales y recomendaciones, da a conocer las conclusiones a las que llegan las autoras respecto al tema de estudio y propone aspectos a tener en cuenta en la enseñanza de las ciencias.

Es necesario reconocer que llevar a feliz término este trabajo de grado involucra los aportes directos e indirectos de varias personas, entre ellas los compañeros de los diferentes seminarios cursados durante la maestría, los docentes titulares de los mismos, los estudiantes del colegio Retos, y por supuesto las docentes asesoras que orientaron el proceso. Por lo tanto, se dice que no solo en el aula se da la construcción

de conocimiento a partir del colectivo, todo proceso de formación académica, personal y profesional del docente da cuenta de acciones y actividades sociales y culturales. Como lo mencionan Jiménez & Pedreros (2014)

“las ideas de los sujetos no son un obstáculo o impedimento para la acción pedagógica; por el contrario, son la estructura y los cimientos sobre los que toda persona aprende y por lo tanto, constituyen un elemento indispensable a tener en cuenta en toda tarea educativa” (p.228).

Por lo anterior, las autoras del presente trabajo agradecen a quienes aportan en su proceso de aprendizaje, fundamentado en la reflexión del quehacer docente y la capacitación continua.

1. ANTECEDENTES

Este apartado expone los estudios, experiencias e investigaciones relacionadas con dos aspectos importantes, el *primero* sobre las formas alternativas de construir conocimiento a partir de perspectivas diferentes a las tradicionales, en lo referente a la enseñanza de las ciencias y el *segundo*, sobre los cambios en la adolescencia. Cada uno de estos aspectos genera aportes a la caracterización de las explicaciones de los estudiantes de ciclo IV del Colegio Retos sobre los cambios de su cuerpo, además de la identificación de condiciones de posibilidad en las que emergen.

1.1. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Los trabajos descritos aquí se inscriben en una mirada de la enseñanza de las ciencias diferente a la tradicional, se caracterizan porque proponen estrategias para el estudio del organismo desde una visión de totalidad, concibiéndolo como un sistema.

Jiménez, F (1995) realiza una investigación titulada “*La dinámica de sistemas como estrategia para la representación integral de conocimiento de procesos homeostáticos en el organismo humano*” en donde exhibe la forma como se potencia una estrategia para incidir en la cognición y en la actitud de los estudiantes, llevándolos a generar soluciones “sistémicas” integrales a sus inquietudes. El estudio se fundamenta teórica y metodológicamente a partir de la dinámica de sistemas como modelo para promover en los estudiantes una estrategia de representación integral de su conocimiento interdisciplinario aplicable a la farmacología.

El autor hace explícitos tres argumentos orientadores de su investigación: la *representación* como construcción de modelos sobre la estructura de los procesos biológicos, la *integración* como sistema totalizante que organiza y coordina los componentes, las relaciones de los eventos farmacológicos y el *conocimiento* como

estrategia de adquisición y conceptualización de los fenómenos farmacéuticos. En este sentido, la teoría de sistemas dinámicos es una manera para reorganizar las estructuras de conocimiento, donde la perspectiva sistémica aporta nuevas posibilidades al proceso educativo mediante estrategias que integran el conocimiento.

Por otra parte, Garzón (2008), propone el estudio “*Hacia la construcción de la mirada de totalidad del organismo a partir del consumo de alimentos y de la enfermedad de la diabetes*”, como resultado de una reflexión pedagógica, epistemológica y disciplinar sobre la enseñanza de las ciencias referida de forma particular al organismo visto desde una mirada de totalidad. Esta investigación se desarrolla a partir de los interrogantes: ¿qué situaciones en la clase de biología permiten avanzar hacia la constitución de la mirada de totalidad del organismo? y ¿cómo lograr la comprensión de las relaciones y la dinámica del organismo desde una problemática particular: el consumo de alimentos y la diabetes?

El autor estudia el metabolismo y el sistema endocrino humano identificando las inquietudes e intereses de los estudiantes y el papel del maestro como innovador e investigador. Asume que los estudiantes tienden a abordar el organismo de forma reduccionista debido a que en la clase biología es una práctica habitual que lleva a la incomprensión por parte del estudiante y a una visión de partes aisladas que no interactúan entre sí ni con su entorno.

Por su parte, Jiménez, J (2012) realiza un estudio titulado “*Aportes pedagógicos para la enseñanza de la biología y el aprendizaje del cuerpo humano desde el pensamiento sistémico*”, en el cual hace un análisis del cuerpo en el ámbito biológico, desde la teoría general de sistemas, formulando una propuesta para que el estudiante interprete el organismo desde un punto de vista integrador, relacional y lógico, concibiendo el cuerpo humano como objeto y sujeto de estudio, con una visión de sistema vivo. Otro propósito del autor es facilitar el aprendizaje de la biología funcional, describiendo los elementos teóricos necesarios para proponer una explicación biológica del cuerpo, estableciendo un imaginario conceptual del mismo.

La investigación tiene en cuenta la revisión documental, sigue el enfoque expositivo de trama argumentativa y funcional informativa, con el único fin de dar a conocer aportes pedagógicos para la enseñanza de la biología y el aprendizaje del cuerpo humano desde el pensamiento sistémico. Como conclusión establece la importancia que tiene en la enseñanza de la biología la visión del cuerpo como sistema, con una estructura y unas funciones que se pueden explicar desde elementos teóricos de la biología y desde algunos aspectos socioculturales relacionados con el mismo cuerpo.

Los aspectos que se encuentran en el análisis de las investigaciones revisadas a propósito de los procesos de enseñanza - aprendizaje de las ciencias naturales y particularmente del cuerpo humano desde la perspectiva sistémica guardan relación con los propósitos del presente proyecto. Sin embargo, a diferencia de las propuestas descritas, la actual amplía el conocimiento que se tiene al respecto de los cambios en la adolescencia explicados por los mismos adolescentes.

En la enseñanza de las ciencias naturales, los procesos de explicación se consolidan como una estrategia de enseñanza y aprendizaje relevante para llegar a la comprensión de lo vivo, del cuerpo; de este modo, los trabajos que se describen a continuación dan cuenta de este aspecto.

Acerca de este tema sobresale la investigación de Gómez (2005), *“La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar”* en el cual realiza un análisis de las explicaciones en la clase de ciencias naturales en torno a la construcción de un modelo de ser vivo con estudiantes de primaria. La adopción de la visión escalar hace que se incorporen diferentes escalas (niveles) de observación que incluyen a docentes y estudiantes. El trabajo argumenta la coherencia lograda entre la teoría y la práctica en relación con los procesos de modelización en el aula.

La propuesta, muestra los seres vivos como sistemas abiertos que realizan *nutrición, regulación y reproducción*, características que los estudiantes logran identificar a lo largo de la unidad didáctica implementada “los seres vivos y los incendios forestales”.

Por otra parte, la integración escalar en el aula se desarrolla a través de tres criterios, a saber: *Generalización* (patrón de observaciones a nivel del organismo), *Mecanismo* (tendencia a explicar estableciendo relaciones con el nivel inferior a organismo) y *Constricción* (tendencia a explicar estableciendo relaciones con el nivel superior del organismo).

Con respecto al criterio de generalización, Gómez (2005) argumenta que es el nivel escalar que establecen los estudiantes de forma más directa en relación con los hechos del mundo. Mientras que, en el nivel de mecanismo sus ideas son poco organizadas y con pocas relaciones causales. Por otra parte, en el nivel de constricción los estudiantes relacionan la disponibilidad de recursos con los mecanismos y las generalizaciones. Otros hallazgos de la investigación determinan que los estudiantes elaboran nuevos significados producto de la interacción docente-estudiante y de la construcción de modelos desde una visión compleja promovida en el aula. al analizar diferentes situaciones.

Por otra parte, Bohórquez (2012) presenta el estudio *“Explorando condiciones para complejizar las explicaciones de los estudiantes sobre el funcionamiento de su cuerpo”* en el cual analiza de qué manera las situaciones de estudio pueden acercar al estudiante a comprender su realidad sobre dicho funcionamiento o al contrario llevarlo a mal interpretarlo y fragmentar la realidad de su cuerpo en partes aisladas. Sobre estas cuestiones, se aduce que la revisión acerca de los modos de hablar, en concreto, del sistema endocrino permite identificar los modos de conocer, causando inquietud en el aula y trascendiendo el abordaje tradicional de una temática.

Bohórquez (2012), muestra como resultado, que los estudiantes se involucran en el aprendizaje del sistema endocrino y sobre todo en hablar del significado de su propio cuerpo y de los procesos que ocurren en él. Así, la integración de la dimensión social del cuerpo emerge luego de que los estudiantes manifiestan sus concepciones a partir de acciones que realizan sobre sí mismos, por ejemplo, el consumo de drogas o las dietas extremas. En conclusión, lo anterior posibilita que el estudiante contemple una

idea del cuerpo humano más allá de su dimensión física o biológica, adicionalmente, lo reconocen como el espacio donde se manifiestan parámetros sociales, ideológicos y culturales que se cruzan y afectan mutuamente.

Las investigaciones expuestas tienen en común el hecho de abordar situaciones cercanas a los estudiantes, ya sea como vivencias o como fenómenos que observan en su entorno. La forma de incursionar en el aula es diferente a la forma tradicional, se aleja del reduccionismo propendiendo por la construcción de conocimiento a partir de procesos de explicación, partiendo de lo cotidiano y recurriendo al conocimiento científico con el ánimo de lograr una mayor comprensión y significación de las prácticas de aula, para que el estudiante reconozca el sentido que tiene el aprendizaje.

Adicionalmente, cada uno de estos tiene en común el abordaje del organismo como totalidad, concebido desde lo sistémico, en el que se tienen en cuenta sus partes (órganos) y también todas las posibles relaciones de estos entre sí, de estos con el organismo y del mismo organismo con el medio donde se encuentre. Lo anterior, apoya la propuesta de esta tesis, cuyo propósito es estudiar los cambios de los estudiantes en su adolescencia desde las ideas propuestas por ellos mismos, haciéndolos protagonistas de su proceso de aprendizaje con el ánimo de aportar en la resignificación de su comprensión sobre el sistema endocrino y el organismo en general.

1.2. LOS CAMBIOS EN LA ADOLESCENCIA.

Los trabajos que se dan a conocer en seguida, se relacionan con la concepción de hormona en estudiantes que cursan grado octavo, el mismo grado del presente estudio. Los hallazgos muestran las referencias que hacen los estudiantes al conocimiento cotidiano y al conocimiento científico generando conocimiento escolar, a través del cual establecen relaciones entre sustancias proteicas y los procesos biológicos que se pueden desencadenar a nivel del organismo.

Son pocas las experiencias e investigaciones que se han publicado acerca de los cambios hormonales en la adolescencia, se reporta el trabajo de Puentes (2004) *“Las concepciones y conocimientos escolares acerca de hormona que poseen los estudiantes de octavo grado JT del IED Miguel Antonio Caro”*, donde se expone las concepciones iniciales de los estudiantes, detectadas a partir de una situación problema. Para el autor, el objetivo de conocer los preconceptos permite determinar las actividades que se realizan durante la clase donde los estudiantes relacionan el conocimiento cotidiano con el científico construyendo conocimiento escolar.

Metodológicamente desarrolla dos momentos, el primero corresponde a las dinámicas de aula donde se aplican diferentes instrumentos sobre las hormonas para el reconocimiento de las concepciones que poseen los estudiantes, luego, se socializan dichas concepciones y en el segundo momento se sistematiza la información, identificando las ideas y concepciones de los estudiantes acerca de las hormonas, lo cual deja ver que para los estudiantes el tema de la sexualidad, crecimiento corporal y adolescencia, no son ajenos. Además, los estudiantes referencian sus propias explicaciones e ideas sobre temas relacionados con cambios físicos, desarrollo y crecimiento, hormonas, glándulas, sistema endocrino.

Con respecto a las conclusiones, argumenta que en la clase de ciencias se produce conocimiento escolar que se apoya en el científico, lo cual, permite dar explicaciones a fenómenos visibles y a preguntas que no se pueden contestar rápidamente. Con respecto al conocimiento acerca de las hormonas, los estudiantes brindan múltiples explicaciones relacionadas con cambios físicos, hormonas sexuales correspondientes a cada género, con el funcionamiento metabólico y la menstruación. Sin embargo, se les dificulta la nominación específica de los términos, combinando las funciones de la progesterona por la testosterona de forma indiscriminada.

Jiménez, R (2005) realiza el estudio *“Diseño y aplicación del programa guía de actividades para la enseñanza del concepto hormona para el grado octavo”*, en el cual muestra la indagación a los estudiantes respecto a sus ideas previas y la posterior

ejecución de la actividad experimental. Las preguntas de los estudiantes dejan ver sus inquietudes respecto al origen, la naturaleza y el funcionamiento de las hormonas, a partir de lo cual se infiere que tienen un constructo de hormona como una entidad bioquímica que tiene un origen, naturaleza y que cumple ciertas funciones. También relacionan las hormonas con ellos mismos, con plantas y otros animales. A continuación se aplica un programa guía de actividades y posteriormente, los estudiantes elaboran redes conceptuales de sus observaciones acerca de experiencias propuestas sobre el uso de hormonas vegetales. En algunos casos relaciona el término endocrino con glándulas, hormonas, hipófisis, sistema regulador, homeóstasis, adrenalina y sistema circulatorio, también interpretan hormona con sustancia química, desarrollo y crecimiento.

El autor concluye que los estudiantes al finalizar la investigación construyen un concepto de hormona más elaborado del que tenían antes de la aplicación del programa guía de actividades, vinculando así conceptos de sus ideas alternativas, como por ejemplo, pubertad, fisiología, desarrollo, y crecimiento. Además, formulan que ningún órgano actúa de manera independiente y que los sistemas del cuerpo interactúan de forma interconectada de acuerdo con las condiciones del ambiente y vinculan al sistema circulatorio a través del cual se transportan las hormonas.

Los trabajos de Puentes (2004) y Jiménez, R (2005), corresponden a investigaciones desarrolladas con estudiantes de grado octavo que generalmente son adolescentes, lo cual es pertinente para los antecedentes de este estudio. Adicionalmente, los autores aportan resultados sobre el conocimiento de los estudiantes al respecto de las hormonas y dificultades en su enseñanza, como la visión un poco sesgada de abordar el fenómeno de estudio desde lo anatómico y lo fisiológico únicamente, estableciendo muy pocas relaciones al interior del organismo y de éste con el medio en el que se encuentra. Por lo tanto, cobra importancia la inclusión de alternativas de enseñanza que permitan al estudiante nuevas formas de construir explicaciones alrededor de los cambios durante la adolescencia.

2. REFERENTES TEÓRICOS

El capítulo contiene cuatro aspectos teóricos que sustentan este estudio. El *primero*, hace referencia al recorrido que se ha dado en las formas de comprender el mundo, desde aquellas clásicas hasta las sistémicas; el *segundo* expone la manera cómo han sido concebidos los seres vivos por diferentes autores; el *tercero* menciona los principales cambios que ocurren en la adolescencia a nivel externo e interno y el *cuarto*, trata sobre la enseñanza de las ciencias en relación con la construcción de explicaciones y concepciones.

2.1 FORMAS DE COMPRENDER EL MUNDO

Entender el mundo, lo que nos rodea, la naturaleza, ha sido una de las preocupaciones del hombre a lo largo de los tiempos. Algunas explicaciones para comprender los eventos naturales desde una perspectiva clásica, provienen de una visión mecanicista, causal, determinista y reduccionista. Esta forma de ver el mundo considera que las matemáticas, la física y la aplicación del método científico, son suficientes para dar cuenta de lo sucedido y observado alrededor, teniendo como base las estructuras generales o leyes universales que cumplirían todos los objetos en cualquier condición.

En el *mecanicismo*, el objeto de estudio se aborda como una máquina, el movimiento se produce por el contacto de sus piezas de manera sincronizada, es decir, el accionar de una parte incide en el funcionamiento de la estructura y el funcionamiento de la naturaleza es comparable con el de una máquina; para el estudio del mundo son necesarias las partes físicas e interacciones mecánicas donde se modela pensando en materia y movimiento. El mecanicismo implica la referencia a la necesidad en los acontecimientos o sucesos naturales y a la ausencia de finalidad o intención de los mismos, se convierte en un acontecimiento necesario en el sentido de que dadas las

leyes de la naturaleza, y la situación y composición de las circunstancias, inevitablemente ocurre.

Las explicaciones mecanicistas rechazan la causa final, y, de la causa formal, sólo aceptan las formas matemáticas, bien geométricas como la figura, otras puramente cuantitativas, como el tamaño, la cantidad y el movimiento. Hay propiedades que se atribuyen a las cosas pero que en realidad son una mera consecuencia de la constitución física de los sentidos (las cualidades secundarias) y hay otras propiedades que realmente se encuentran en las cosas, propiedades describibles matemáticamente y de las que cabe, por lo tanto, claridad y distinción.

Esta propuesta de Descartes (1596 – 1650) no sólo mecaniza los organismos, también genera una visión de mecanización del mundo que pese a sus limitaciones perdura hasta entrado el S. XX. En el mundo físico todo es consecuencia de los cambios dados con anterioridad (causalidad eficiente) y no de una supuesta causalidad final inscrita en las cosas. La totalidad del mundo material puede tratarse como un sistema mecánico, y no hay necesidad de introducir o considerar otra clase de causas que las eficientes. Mientras que la causalidad final es una concepción teleológica y no es adecuada para la física. Ello lleva a rechazar la existencia de almas o principios vitales ocultos en los seres vivos, y de formas substanciales en el resto de los seres. Los principios puramente cuantitativos, materiales y mecánicos utilizados para explicar los objetos sirven también para explicar los seres vivos. En el hombre hay que distinguir aquella conducta que depende exclusivamente del cuerpo (procesos físicos como la respiración, la digestión, la circulación de la sangre) y que puede explicarse mecánicamente, de aquella conducta que depende de la mente (como el lenguaje y la ciencia) y que nunca podrá explicarse en términos de materia en movimiento (es decir mecánicamente). Cuando un fenómeno físico puede ser descrito en su totalidad como un cambio en la configuración y en el movimiento de un sistema material, se dice que la explicación dinámica de este fenómeno es completa.

En la mirada *causal*, prevalece la relación causa-efecto y el objeto de estudio tiene realidad propia e independiente del observador. La causalidad puede ser lineal y unívoca, por ejemplo, se puede conocer el comportamiento de los gases a partir de diferentes leyes que relacionan las variables que los afectan: temperatura, presión y volumen, de acuerdo con condiciones específicas. La ley de Boyle señala que

“a Temperatura constante, el volumen que ocupa una masa de gas es inversamente proporcional a la presión que ejerce dicho gas sobre las paredes del recipiente que lo contiene (relación de variables uno a uno) en otras palabras, a temperatura constante, el producto de la presión por el volumen de una masa de gas permanece constante; entendiendo así, que el comportamiento del volumen depende únicamente de la variación de la presión y no de otras condiciones del medio donde se encuentra el gas¹” (Gismondi, 2007, p.131)

Además del mecanicismo y la causalidad unívoca, dentro de la perspectiva clásica de la ciencia se conciben el determinismo y el reduccionismo. El *determinismo* entendido como la predictibilidad o anticipación acerca del comportamiento de las cosas a partir de condiciones iniciales; por ejemplo, Newton (1803) señala:

“si sabemos la posición de dos planetas, distancia y movimiento, podemos predecir su comportamiento y así conocer eclipses, mareas y posición de estos cuerpos en el futuro” (p 47).

¹ Ley que surge cuando Boyle investigaba las propiedades del aire y de la presión atmosférica, para lo cual empleó un dispositivo que consistía en un largo tubo de vidrio doblado en forma de jota y cerrado por el extremo más corto. Boyle vertió mercurio por el brazo más largo e inclinándolo un poco el tubo para que el aire pasase de ese extremo al corto, consiguió que el mercurio quedara a la misma altura en ambos lados. De ese modo, la presión del aire encerrado se igualaba a la atmosférica. A esta presión P1 le correspondía un volumen V1. Posteriormente, Boyle siguió añadiendo mercurio hasta que la diferencia de altura entre los dos brazos fue de 76 cm. En estas condiciones, la presión sobre el brazo pequeño, P2, se había incrementado, duplicado hasta 2 atm y el volumen ocupado por el aire encerrado V2, se había comprimido hasta la mitad con respecto al inicial, llegando así a la formulación de la ley.

En el *reduccionismo* “un todo puede ser entendido completamente si se entienden sus partes, y la naturaleza de su suma” (Pedreros & Vargas 2013, p.18), sobre esta afirmación se sustenta la manera como se explican los primeros modelos atómicos, el modelo de Thomson propone que el átomo está formado por cargas negativas o electrones incrustados en una masa esférica de densidad uniforme con carga positiva. Así, se da cuenta de la estructura del átomo desde sus partes exclusivamente, se enuncia la naturaleza eléctrica pero no se argumentan sus interacciones, lo cual puede interpretarse como un modelo reduccionista, propio de la época.

Las características de las visiones clásicas de la ciencia se resumen en la Figura 1.

Figura 1. Síntesis de las visiones clásicas



Fuente: Construcción propia

Durante años las explicaciones desde la Física clásica son suficientes, por ejemplo, el éxito de Galileo, Kepler y Newton utilizando las matemáticas para explicar el cosmos, contribuye significativamente a la mecanización de la imagen de mundo. A finales del siglo XIX e inicios del siglo XX el fortalecimiento de las ciencias puras y experimentales, unido al desarrollo técnico como la máquina térmica y los telares eficientes, permiten el surgimiento de la revolución industrial generando cambios en la manera de ver el mundo.

Para solucionar el problema de la eficiencia de las máquinas se piensa holísticamente, sin hacer referencia a la máquina, al motor o un fluido en particular. La termodinámica posibilita una nueva forma de ver el mundo, ya no desde los objetos, sino desde sistemas, en los que se presentan dinámicas de orden, desorden y equilibrio para explicar el comportamiento del calor. Hasta este punto solo se referencian sistemas cerrados, más adelante, se da una mirada al comportamiento de los sistemas abiertos, teniendo en cuenta que en estos también hay trabajo e incremento de la entropía.

Cuando se piensa en las organizaciones biológicas, es claro que los organismos son sistemas abiertos, que se mantienen en continua incorporación y eliminación de materia y energía, generando transformaciones de las mismas, sin un equilibrio químico y térmico mientras dure la vida (como sí sucede en los sistemas cerrados), en su lugar, presentan metabolismo. Esta dinámica sugiere concebir los sistemas desde una nueva perspectiva diferente a la clásica, tendiente al abordaje de los sistemas complejos, con énfasis en los procesos de cambio y de incremento de la complejidad (Prigogine, 1983).

Las interacciones e interrelaciones en los organismos vivos también se ven reguladas por el tiempo, el tiempo de las morfogénesis y de los desarrollos,

“(...) el tiempo de la desintegración (la senectud, que por la vía de la muerte conduce a la descomposición), el tiempo de la reiteración (la repetición cotidiana, estacional, de los ciclos, de los ritmos y actividades), el tiempo de la estabilización (homeostasis) (Morín 1981, p.108)

Luego, el tiempo afecta la dinámica de la naturaleza que afronta constantemente transformaciones por su causa, por ejemplo, el tiempo geológico en el cual los organismos sufren diferentes transformaciones desde tiempos remotos hasta el tiempo actual. Por esta razón, el tiempo es de importancia en la comprensión de los cambios que experimentan todos los seres vivos.

Prigogine (1983) establece una clasificación de los sistemas abiertos considerándolos como *sistemas en equilibrio, cerca del equilibrio y lejos del equilibrio*. El autor define el

equilibrio como un estado donde la materia es lineal y permanece con las mismas propiedades, mientras que, en el *no equilibrio* se rompe la linealidad y se da paso al surgimiento de otras propiedades en el sistema.

Otra idea desarrollada por Prigogine (1983) es la de estructuras disipativas, las cuales define como aquellas que emergen de un sistema disipando energía y materia para garantizar la existencia del mismo. Propone las siguientes características de las estructuras disipativas: *auto organización, irreversibilidad e impredecibilidad*. La *primera* característica es definida como la emergencia de “autonomía” un orden propio del sistema que define su dinámica, la *segunda*, se presenta en las bifurcaciones del sistema, en las cuales la irreversibilidad depende del tiempo y la *tercera*, se refiere al desconocimiento de cómo evoluciona el sistema.

Para Prigogine (1983), es necesario pensar en el “equilibrio” y el “orden” para entender lo que son las estructuras disipativas. Por ejemplo, cuando dice que el orden absoluto de un sistema vivo es la muerte, significa que todos los seres vivos se mueven alrededor de un equilibrio compatible con la vida. Sin embargo, existen sistemas que se encuentran muy alejados de ese equilibrio. Otro ejemplo se refiere al estado de salud de una persona, considerado como un equilibrio inestable que se desordena alrededor de lo que se llama enfermedad, envejecimiento y posterior muerte. Según este planteamiento, la enfermedad y la vida misma son estados alejados del equilibrio.

Laszlo (1993) también hace referencia a los sistemas, en términos de entidades complejas, diferentes los unos de los otros. Señala que los sistemas no son diferenciados como físicos, químicos y biológicos, en su lugar, existen *estados en equilibrio, estados cerca del equilibrio y fuera del equilibrio*, siendo más reciente el reconocimiento de los últimos. Complementado estas ideas, Laszlo (2004) señala que los seres vivos no pueden restringirse al mundo físico de forma radical pues ellos están conformados por órganos y partes que deben correlacionarse de manera flexible para mantenerse en vida.

“Los sistemas cercanos al equilibrio son ampliamente inertes, incapaces de mantener procesos como el metabolismo o la reproducción, esenciales para el estado vital. Un organismo está en equilibrio termodinámico cuando está muerto. Mientras se mantiene vivo está en un estado de equilibrio dinámico en el que almacena energía e información y las mantiene disponibles para guiar y dirigir sus funciones vitales” (Laszlo, 2004, p.49).

Para el autor, los sistemas en un estado de no equilibrio realizan un trabajo y por ende producen entropía, son sistemas no lineales y atraviesan fases indeterminadas, considera que en los sistemas existen cambios de entropía como consecuencia de los procesos internos irreversibles, haciendo que desaparezca su organización y su estructura para ser reemplazados por la uniformidad y el azar, a diferencia de lo que ocurre en los sistemas fuera del equilibrio.

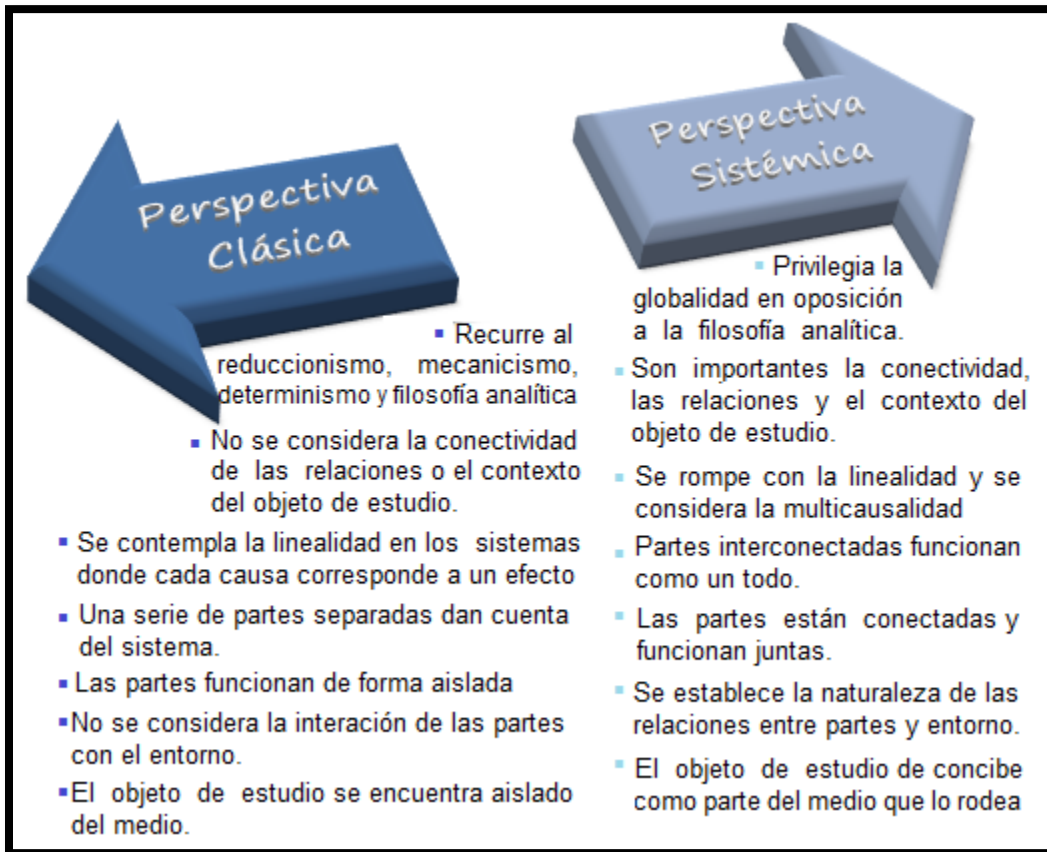
Laszlo (1993) considera que en los sistemas existen cambios de entropía como consecuencia de los procesos internos irreversibles, haciendo que desaparezca su organización y su estructura para ser reemplazados por la uniformidad y el azar, a diferencia de lo que ocurre en los sistemas fuera del equilibrio.

Planteamientos como los de Morin (1981), Prigogine (1983) y Laszlo (1993), revalúan las concepciones clásicas de la ciencia, de sus leyes deterministas, que descartan la multicausalidad y la variabilidad presente en los sistemas vivientes. Además, se develan las relaciones que tienen lugar cuando se aborda un objeto de estudio. Así, emplear una perspectiva donde se consideren los procesos y no sólo los resultados, la medición con una intención clara de interpretar algo más que simplificarlo, permiten otra forma de acercarse al conocimiento. A diferencia de la perspectiva tradicional, la sistémica se muestra global en contraposición con lo analítico, mecanicista y reduccionista.

Las formas de interpretación se pueden dar desde una *perspectiva clásica* o una *perspectiva sistémica* como se muestra en la Figura 2. Es desde la perspectiva

sistémica que se puede atender a los diferentes aspectos que caracterizan los seres vivos y la misma dinámica de la naturaleza, he ahí la necesidad de tomar una nueva postura que permita comprender los fenómenos alejándonos de la visión de la física clásica que en algunos casos persiste, aunque a partir del siglo XIX se considera insuficiente para dar cuenta de todo lo que existe.

Figura 2. Comparación entre la Perspectiva Clásica y la Perspectiva Sistémica



Fuente: Construcción propia

2.2 EXPLICACIONES DEL MUNDO VIVO

A lo largo de la historia del hombre se ha buscado la forma de dar respuesta a las cuestiones más trascendentales de la existencia, sobre todo a aquellas que se refieren a la vida propia o de otras especies. Con el paso del tiempo se conforman distintos marcos de referencia a través de los cuales explicar el mundo vivo. En la Biología se

han formulado múltiples teorías, sin lugar a dudas, la evolución Darwinista una de las más relevantes, permitió articular hechos y observaciones hasta ese momento confusos para los naturalistas.

Tuvo que pasar un largo tiempo y la confrontación de un amplio conjunto de supuestos para contar con una comprensión de los seres vivos. Por ejemplo, los pueblos antiguos, en su momento creían en la existencia de espíritus que habitan en las personas y en la naturaleza en general. Para Vargas (2011) esa tendencia conocida como *animismo* surge como una alternativa a las teorías de la iatromecánica y la iatroquímica que eran incapaces de explicar la conservación y autorregulación del cuerpo humano.

Del *animismo*, se mantuvo la creencia de que los seres vivos poseían algo que los diferenciaba de los demás seres, explicar esa diferencia es precisamente asunto de la biología. Siglos atrás emergen dos perspectivas explicativas que cobran fuerza aunque no solucionan el problema, sin embargo, son representativos en el proceso histórico del estudio sobre la singularidad de los seres vivos. Estas perspectivas son el *vitalismo* y la *teleología*.

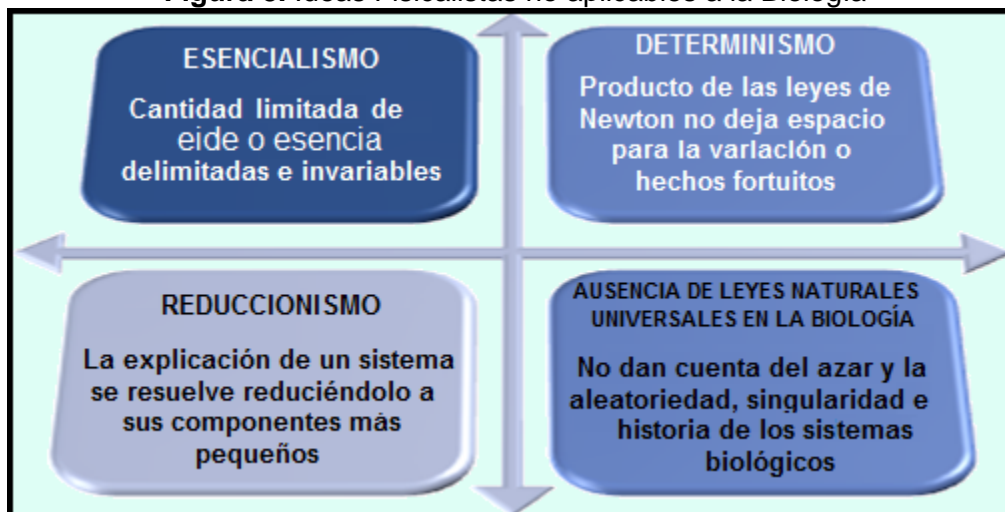
El *vitalismo*, considera que hay un principio o fuerza vital invisible *-vis vitalis-* peculiar en los organismos, que dirige sus actividades, controla su forma y su desarrollo. Los fenómenos vitales se deben a la existencia de propiedades fisiológicas inherentes a la materia viva, mientras la vida se considera irreductible a dimensiones puramente físicas o químicas. Los vitalistas también propusieron nuevas entidades como el protoplasma, pese a esto, pierden fuerza cuando intentan explicar los procesos fisiológicos y de desarrollo a nivel molecular y celular.

Del mismo modo, la *teleología* para Mayr (2006) es un principio inválido que debe ser eliminado de la biología, éste consiste en dar explicación a los procesos naturales bajo un fin o metas definidos. Las formas finalistas utilizadas en las explicaciones en ciencias naturales suscitan posiciones encontradas, algunos las conciben como problemáticas ya que conducen al estudiante a propiciar un pensamiento en el cual las

explicaciones son resultado de propósitos e intenciones, sin embargo, hay quienes reconocen en las formulaciones teleológicas un valor pedagógico que ayuda a los estudiantes a organizar los hechos y entender mejor los fenómenos de la naturaleza en una etapa escolar inicial, particularmente en niños pequeños (Gómez, 2005).

Durante los siglos XVIII y XIX, el *vitalismo* compite con el *mecanicismo*, por definir la vida. El segundo, intenta terminar con las explicaciones sobrenaturales, sin embargo, llevar los procesos de la vida únicamente a leyes físicas y químicas, tampoco es una solución satisfactoria. A comienzos del siglo XX, los procesos vitales a nivel molecular podían ser explicados por medio de la física y la química, pero en cada nivel de los seres vivos aparecen características nuevas. Para Mayr (2006), Descartes es el precursor del *mecanicismo*, sostiene que los seres vivos funcionan del mismo modo que una máquina, a sus seguidores se les llama inicialmente mecanicistas y más adelante fisicistas, éstos últimos generan cuatro principios particulares que no son aplicables a la Biología los cuales se resumen en la Figura 3.

Figura 3. Ideas Fisicalistas no aplicables a la Biología



Fuente: Construido a partir de Mayr (2006)

Es claro que vitalistas y mecanicistas tienen razón en parte y ambos se equivocan en parte (Mayr, 2005). Se sabe que los mecanicistas aciertan en señalar que no existen componentes metafísicos de la vida y que a nivel molecular se pueden dar explicaciones con principios físicos y químicos, logrando aportar una explicación que no

es de carácter sobrenatural a los fenómenos físicos. Por otra parte, los vitalistas tienen razón al afirmar que los seres vivos poseen características propias que no se encuentran en otros seres de la naturaleza.

El abandono del *vitalismo* no significa un triunfo sobre el *mecanicismo*, en realidad es el paso a un nuevo enfoque explicativo, el *organicismo*, “es el paradigma dominante en la actualidad” (Mayr, 2005, p.17), éste plantea que los procesos biológicos a nivel molecular se pueden explicar por medios físico químicos, más dichos mecanismos no son considerados para dar cuenta de los niveles superiores de integración. La esencia del *organicismo* consiste en plantear que las características exclusivas de los seres vivos no se deben a su composición sino a su “organización”. Concibiendo a estos seres como sistemas organizados en los cuales es importante la historia evolutiva de los programas genéticos que controlan funciones.

Este enfoque supone que la materia se encuentra organizada en diferentes estructuras que van desde las más pequeñas hasta las más grandes y de las más simples a las más complejas, la organización de las partes es la que controla todo el sistema y existe integración de estas partes desde las células hasta el organismo. Siendo así, ningún sistema puede explicarse por completo describiendo las propiedades de sus componentes de manera aislada, la emergencia es un pilar del *organicismo* donde las propiedades no son predecibles.

Consideraciones sobre el objeto de estudio de la Biología

Llegar a un consenso sobre la naturaleza de lo vivo es motivo de discusión en diferentes escenarios, autores y épocas a través de los cuales se ha intentado develar las condiciones para considerar un ser como vivo. Producto de estas discusiones, se han establecido referentes teóricos a partir de los cuales se posibilita el ejercicio de enseñanza de la Biología en las aulas. En este sentido, el docente elabora su discurso considerando el contexto de construcción de ideas en los estudiantes y las formas de interpretar los fenómenos biológicos.

El siguiente resumen se basa en la revisión de diferentes autores que han establecido ideas de ser vivo, como una forma mediante la cual se explica esa condición. A partir de los referentes se toman características fundamentales para el campo de la Biología que se enseña en el aula. Con lo anterior, se asume que para comprender y explicar los cambios en la adolescencia, debe existir de base una comprensión de los seres vivos.

- Ideas de ser vivo – Weiz (1975), presenta un modelo de ser vivo a partir de la idea de perpetuación, a través de la cual los organismos ejercen control sobre el metabolismo en interacción con los fenómenos internos y externos. Es decir, lleva a cabo estados de control de equilibrio de una forma auto conservadora dando lugar a la regulación, la reproducción y la adaptación.
- Ideas de ser vivo – Dawkins (1998), establece una dicotomía entre los seres vivos o “cosas complejas” y las máquinas artificiales o “seres vivos artificiales”, los primeros, se caracterizan porque tienen habilidades, mientras los segundos carecen de éstas. El funcionamiento de las cosas complejas se da por medio de la observación de sus componentes y de cómo actúan entre sí, mientras que su existencia se debe a razones diferentes del “azar”, más bien corresponde al proceso de transformaciones graduales.
- Ideas de ser vivo – Jacob (1999), de los planteamientos del autor, es posible inferir que lo que rige las propiedades, la forma, el comportamiento de los seres vivos y los separa de las cosas es su “organización”. El establecimiento de dicha organización es una necesidad de la lógica que hace pensar al ser vivo más allá de un compuesto de moléculas elementales, donde las funciones no se entienden separadas sino articuladas, coordinadas e integradas.

“La organización es la que reúne en un todo las partes de un organismo, la que permite a éste hacer frente a las exigencias de la vida, la que distribuye las formas en el seno del mundo vivo. La organización constituye una suerte

de estructura de orden superior a la que se refiere todo lo perceptible de los seres” (Jacob 1999, p.79).

- Ideas de ser vivo – Arcá, Guidoni y Mazzoli (1990), muestran los seres vivos como sistemas abiertos en relación con el medio con el cual intercambian energía e información. Seres complejos en su conformación, con elementos interconectados que son más que la suma de sus componentes. Adicionalmente, con la capacidad de auto renovarse, auto reproducirse, auto organizarse y auto regularse.
- Ideas de ser vivo – Maturana y Varela (1996), al igual que Jacob (1999), explican lo vivo por medio de la organización e incluyen también la estructura,

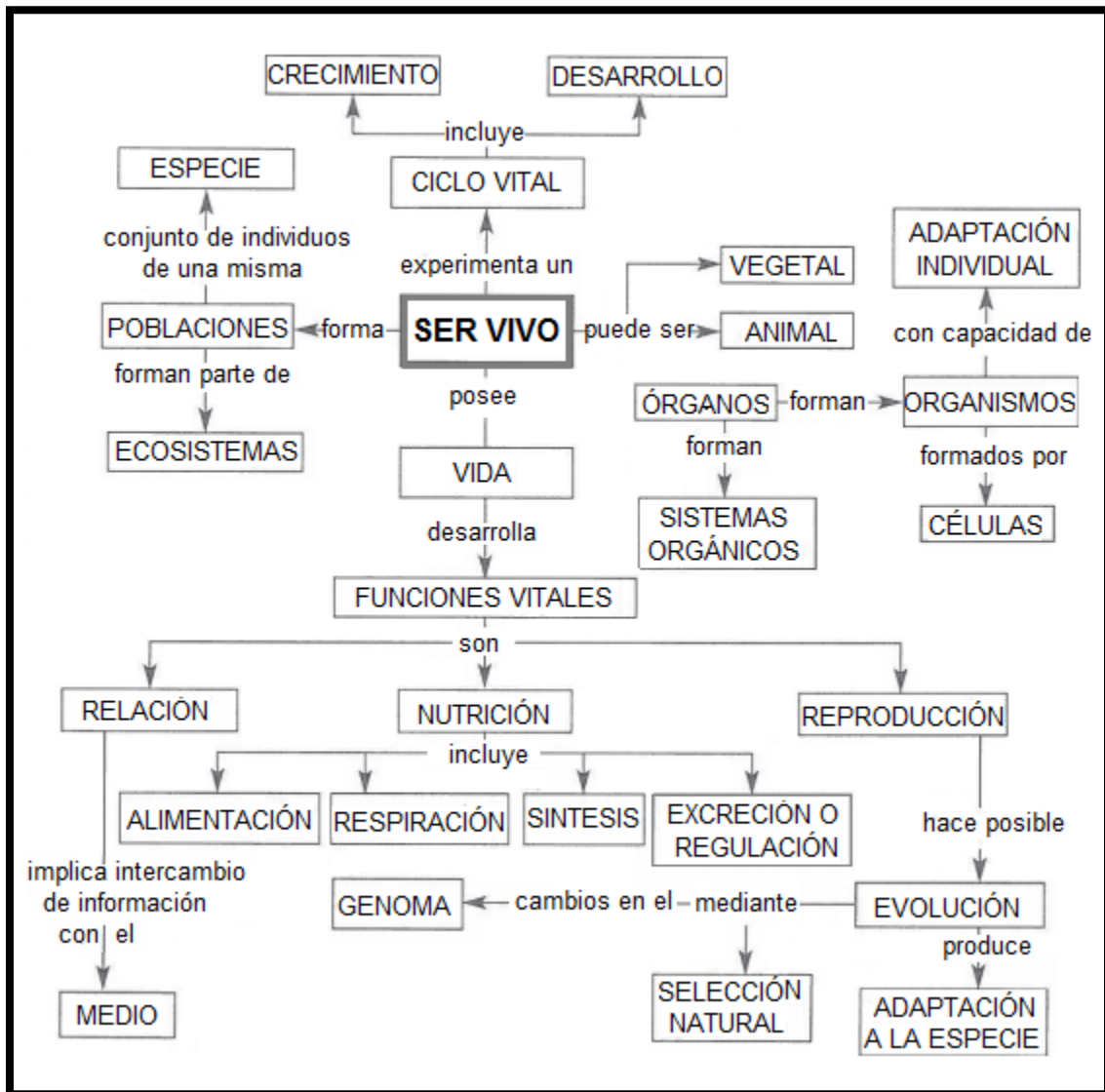
Se entiende por *organización* a las relaciones que deben darse en los componentes de algo para que se reconozca como miembro de una clase específica (...) por *estructura* de algo a los componentes y relaciones que concretamente constituyen una unidad particular realizando su organización (Maturana y Varela, 1996, p.28).

Proponen la idea de autopoiesis como necesaria y suficiente para explicar los seres vivos, seres autónomos cuya organización es peculiar porque su único producto son ellos mismos. Es decir, no hay separación entre productor y producto. Su modo de organización está dado porque como unidad autopoietica el “ser y el hacer son inseparables”.

Otra idea de Maturana y Varela (1995) es la de máquinas autopoieticas y alopoiéticas, las primeras son homeostáticas, autónomas, continuamente específicas, definidas como unidades por su organización y con la capacidad de reproducirse a sí mismas, por el contrario, las segundas carecen de autonomía y su identidad los límites dependen del observador. Dada las aclaraciones, los sistemas vivos son máquinas autopoieticas.

- Ideas de ser vivo – Cañal (2003), esta propuesta de modelo explicativo de ser vivo se da por medio de un mapa conceptual en el cual sintetiza las características de los seres vivos a partir del desarrollo de cuatro ámbitos importantes: unidad y diversidad de sus componentes, interacciones entre ellos mismos, formas de organización y procesos de cambio, los cuales deben ser considerados en el estudio de los seres vivos. Cada uno de estos se explican en la Figura 4.

Figura 4. Propuesta para estudiar los seres vivos



Fuente: Cañal (2003)

- Ideas de ser vivo – Jiménez, M (2003), este modelo que hace Jiménez (2003), explica los seres a partir de sus características particulares. El autor elabora la Tabla 1, aclarando que toma como base los planteamientos de Mayr (1998).

Tabla 1. Características específicas de los seres vivos

COMPOSICION QUÍMICA	Los mismos componentes de la materia inanimada, pero organizados en moléculas específicas: proteínas, ácidos nucleicos, hormonas etc.
ORGANIZACION	Sistemas complejos, ordenados, con capacidad de regulación. La célula unidad de organización.
SISTEMAS ABIERTOS	Intercambian energía y materiales del medio.
CICLO VITAL	Los organismos pasan por secuencias precisas de etapas, por ejemplo, cigoto – embrión, larva y adulto.
REGULACION	Mecanismos reguladores y de control que mantienen el sistema en equilibrio dinámico.
PROGRAMA GENÉTICO	Las macromoléculas se sintetizan de acuerdo con las instrucciones del programa genético transmitido hereditariamente.
EVOLUCION	Los organismos cambian como resultado de la acción de la selección natural sobre incontables generaciones.

Fuente: Jiménez (2003)

- Ideas de ser vivo – Mayr (2006), para el autor, los seres vivos son sistemas ricos en propiedades emergentes porque constantemente aparecen nuevos grupos de propiedades en cada nivel de integración. Se encuentran dotados de capacidades como reproducción, metabolismo, replicación, regulación, adaptación, crecimiento y organización jerárquica, con lo cual se marca una vez más la diferencia con los seres inanimados en los cuales no existe nada por el estilo. Son sistemas biológicos abiertos donde los principios de entropía no son aplicables.

Para Mayr (2006), además, los seres vivos en primer lugar, son *programas evolucionados*, sus características son resultado de la acumulación genética a lo largo de la historia de la vida; en segundo lugar, presentan *propiedades químicas*, a pesar de que las sustancias químicas conforman los organismos, su organización es particular y sin semejanza al mundo inanimado; en tercer lugar, poseen *mecanismos de regulación y control* incluyendo retroalimentación; en cuarto lugar, su organización determina que

sean *sistemas complejos* y ordenados. En quinto lugar, son *sistemas teleonómicos* adaptados como resultado de la selección natural que afrontaron generaciones y en sexto lugar, son *sistemas abiertos*, obtienen energía y materiales del exterior eliminando desechos de su metabolismo.

Las propuestas de cada uno de los autores acerca de la naturaleza del ser vivo, generan aportes valiosos para la realización del presente estudio, en el que los seres vivos son pensados como sistemas abiertos y complejos que deben ser entendidos desde una dinámica interna del organismo y desde su interacción con el medio. Los referentes teóricos también invitan al abordaje de los cambios en la adolescencia, dejando de lado las interpretaciones reduccionistas que tradicionalmente se instauran en el aula de clase cuando se explica el sistema endocrino a partir de sus glándulas y las hormonas que producen. Como se menciona al comienzo de este apartado.

Llevar al aula estas visiones, permiten que los estudiantes expliquen el funcionamiento de los organismos acercándose y distanciándose a los diferentes niveles de organización donde están los procesos que dan lugar a la regulación del organismo, considerando los órganos y los sistemas de órganos funcionando en conjunto internamente y con su entorno. Lo que permite la integración de la multicausalidad en las explicaciones dando importancia a las relaciones que los estudiantes “como seres vivos” establecen con el medio a diferentes niveles.

2.3 CAMBIOS EN LA ADOLESCENCIA

La adolescencia es una etapa de la vida humana en la que se experimentan grandes cambios, engloba la pubertad y una parte del comienzo de la juventud. En la adolescencia están implicados factores biológicos, psicológicos y sociales que determinan su variabilidad y duración. Por otra parte, Onrubia (1997) citado por Adrián y Rangel (s.f) explica que una de las características cuando se llega a la adolescencia es

“la posibilidad de acceder de forma más completa a la representación y análisis del mundo ofrecidos por el conocimiento científico, mejora en las capacidades metacognitivas, potencialidad creciente para planificar, regular y optimizar de manera autónoma sus procesos de aprendizaje” (p.3).

Lo que resulta interesante para este proyecto es el que la población de estudio seleccionada, no solo son “adolescentes en cambio” sino que también son “estudiantes en cambio”.

2.3.1 Los cambios adolescentes en el contexto escolar

“Estoy bastante confundido. Me pregunto si soy un bicho raro o si soy normal. Mi cuerpo está empezando a cambiar, pero estoy seguro de que mi aspecto no se parece al de muchos de mis amigos. En gran medida sigo pareciendo un niño. Mi mejor amigo sólo tiene 13 años, pero parece que tenga 16 o 17 años. En el vestuario, después de la clase de educación física, me pongo muy nervioso cuando tengo que ducharme; tengo miedo de que alguien se burle de mí porque mi cuerpo no está tan desarrollado como el de algunos de mis compañeros de clase”. Roberto, 12 años

“No me gustan mis pechos. Son demasiado pequeños y tienen un aspecto raro. Tengo miedo de no gustar a los chicos si mis pechos no crecen más. Laura, 13 años.

Estos testimonios tomados de Santrock (2003), indican que los adolescentes de diferentes épocas y lugares tienen en común la transformación de sus cuerpos, de sus intereses, preocupaciones y sentimientos en general, dichas transformaciones afectan el ambiente escolar en el cual se desenvuelve el individuo. Por esta razón es importante que la clase de Ciencias Naturales les brinde a los estudiantes herramientas que le permitan comprender los eventos que están atravesando internamente y con el entorno.

La fluctuación de la emocionalidad y el comportamiento adolescente se han relacionado en múltiples ocasiones con cambios a nivel hormonal, sin embargo, el efecto de las hormonas no es suficiente para dar cuenta de todas las alteraciones en el comportamiento de los estudiantes de secundaria, es necesario, dar una mirada al conjunto de características del sujeto y del medio en el cual se desenvuelve.

2.3.2 Las hormonas en los cambios de la adolescencia

Sobre la historia de la endocrinología

La endocrinología es el resultado de diversos eventos, por ejemplo, el estudio del cuerpo humano por parte de filósofos naturalistas y médicos en la antigüedad, quienes realizan una búsqueda para esclarecer las inquietudes del conflicto vital, generando supuestos sobre el comportamiento de los fenómenos no observables. Los principales limitantes para desentramar el funcionamiento del cuerpo son producto de los pocos medios disponibles en la época, posteriormente, las disecciones y las cirugías de animales y humanos develan semejanzas entre especies y favorecen las interpretaciones de los órganos dejando abierta la posibilidad de explorar nuevas ideas sobre regulación del organismo (Henaó, 2004).

En el siglo XVII Schneider y Lower consideran que hay sustancias que de la hipófisis pasan a la sangre, explicando qué hace actuar las glándulas periféricas (Henaó, 2014), del mismo modo, se sabe de la mayor parte de las glándulas endocrinas tiempo atrás, pero sus funciones se reconocen poco a poco, Amaro (1975), muestra el recorrido de diferentes autores interesados en conocer las formas de regulación del organismo. Sus aportes para el conocimiento de las glándulas y las hormonas se muestran en seguida.

Diferentes experimentos amplían la visión anatómica de los órganos y permiten formular teorías acerca del funcionamiento de los mismos. Berthold en 1849 induce la involución de caracteres sexuales secundarios extirpando gónadas,

obtiene la prueba de la existencia de secreciones internas, cuando trasplanta testículos de gallo en la cavidad abdominal y observa que no se producen los típicos síntomas del animal castrado, por lo cual, infiere que hay una producción en los testículos, es decir que, sus secreciones influyen en la sangre y ésta en el resto del organismo. Al igual que Berthold, De Bordeu en 1775 y Hunter en 1786, realizan castraciones en animales, con lo que De Bordeu propone la idea de secreción aduciendo que los síntomas después de castrar animales se ocasionan por falta de sustancias “humorales” que regularmente se producen en los testículos. Mientras que Hunter reconoce que el desarrollo de las aves castradas no se ve afectado si se cambian las glándulas a otro lugar del cuerpo.

Por otro lado, el concepto de endocrinología es propuesto por Bernard en 1855, cuando distingue en el hígado, una *secreción externa*, la bilis, y una *secreción interna*, la glucosa en la sangre, expresando la importancia de mantener la composición normal del “medio interno”, los humores del organismo, pero sin distinguir la producción de hormonas con claridad. En el mismo año, Addison describe la naturaleza de la insuficiencia renal y establece que es debido a la destrucción de las glándulas suprarrenales, demostrando que las glándulas endocrinas ejercen una función vital. Por su parte, Brown en 1856 otorga un lugar importante a las glándulas cuando realiza las primeras adrenalectomías experimentales y describe los andrógenos, al igual que Addison establece la importancia de las glándulas suprarrenales para la vida.

Finalmente, Starling y Bayliss en 1905, introduce el término *hormona*, para referirse a la secretina, una sustancia aislada de la mucosa intestinal tres años atrás con la propiedad de desplazarse al páncreas atrás de la corriente sanguínea, y estimular la producción de jugo pancreático. Más adelante Deisy aísla estrógenos del ovario y en 1930 Brown los aísla de la placenta.

El hallazgo de las hormonas ováricas conduce a la indagación sobre las sustancias que estimulan el ovario y al descubrimiento de las hormonas de la hipófisis, por lo cual, se

busca precisar la relación entre la hipófisis y el cerebro. Galeno (130-200), por ejemplo, propone que “impurezas del cerebro drenan a la nasofaringe a través de la hipófisis”, Stieve en 1913, demuestra que las gallinas dejan de poner huevos si se las pone en presencia de zorros y Ashner en 1912 lesiona el hipotálamo produciendo atrofia ovárica (Henaó, 2004), experimentos que comprueban de forma general la interacción entre los sistemas de un organismo, y de forma particular la estrecha relación entre el sistema nervioso y las hormonas.

Sobre las hormonas en la adolescencia

Una de las razones por las cual se producen cambios drásticos en la adolescencia es la herencia genética de los padres. Algunos análisis de correlación entre padres e hijos, sobre la estatura y la edad de la menarquia (primera menstruación) dan cuenta de la influencia de la herencia en el proceso. Sin embargo, este factor no determina por completo la variación en los cambios, más bien establece unas tendencias en relación con los demás agentes biológicos y ambientales (Adrián y Rangel, s.f).

Las hormonas al inicio de la adolescencia tienen un aumento significativo en sus niveles con respecto a la infancia, influyendo en gran manera en la diversidad de los cambios físicos. Las hormonas sexuales, los *andrógenos* y *estrógenos*, ambas presentes, en diferente concentración, en ambos sexos, controlan diferentes cambios. La testosterona es un andrógeno cuyo aumento de su concentración determina en los hombres el desarrollo de los genitales externos, el aumento de estatura y el cambio de voz. Por otra parte, el estradiol, es un estrógeno que determina en las mujeres el desarrollo de los senos, el útero, y cambios esqueléticos como el ensanchamiento de la pelvis. El funcionamiento hormonal está regulado por el sistema endocrino, en el cual se produce una interacción retroalimentada negativamente entre estructuras y glándulas cerebrales (hipotálamo e hipófisis) con diferentes glándulas situadas en el resto del organismo (tiroides, suprarrenales, y sexuales) (Adrián y Rangel, s.f).

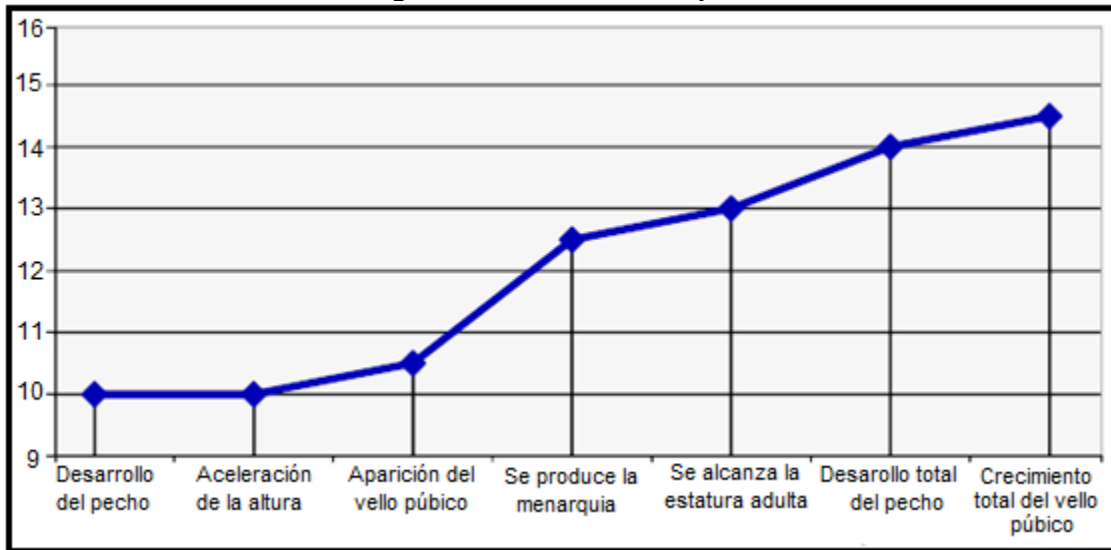
Algunos estudios sugieren que determinados procesos en la adolescencia se pueden asociar a la consecución de determinados índices en cuanto al peso y el porcentaje de grasa corporal (por ejemplo, 49 Kg y un 17 % respectivamente para la aparición de la menarquía). Igualmente, el grado de concentración de leptina es un posible marcador del inicio y el desarrollo de la adolescencia (Mantzoros, 2000; Mantzoros, Flier y Rogol, 1997 citados por Adrián y Rangel, s.f), manifiesta una aparente relación con las reservas de grasa en las mujeres, aprendizaje y desarrollo de la personalidad y con la concentración de andrógenos en los hombres

Es necesario resaltar la importancia que tiene el estudio de los cambios hormonales para el conocimiento y la comprensión del funcionamiento del organismo. En el transcurrir de la vida del hombre, la acción, las cantidades y los efectos de las hormonas pueden variar dependiendo de la etapa que se esté atravesando, posibilitando características y cambios propios de cada momento del desarrollo biológico; evidenciando así su intervención en la regulación corporal.

Los hábitos de salud y nutrición también ejercen su influencia en los procesos de la adolescencia. La naturaleza de los cambios fisiológicos implica dos tipos de procesos, en función de su relación con la reproducción. Se denominan *características sexuales primarias* a aquellos cambios directamente relacionados con la reproducción, que afectan a órganos como los ovarios, el útero, la vagina, la próstata, las vesículas seminales, los testículos y el pene. Las *características sexuales secundarias* implican a procesos de maduración sexual, pero no directamente relacionados con los órganos reproductores: en ambos sexos, el aumento de peso, estatura y fuerza, la aparición del vello en el pubis y otras partes del cuerpo, y cambios en la voz y en la piel, En las mujeres, el crecimiento de los senos y el ensanchamiento de los huesos pélvicos; en los hombres, el crecimiento de vello facial y el ensanchamiento de los hombros.

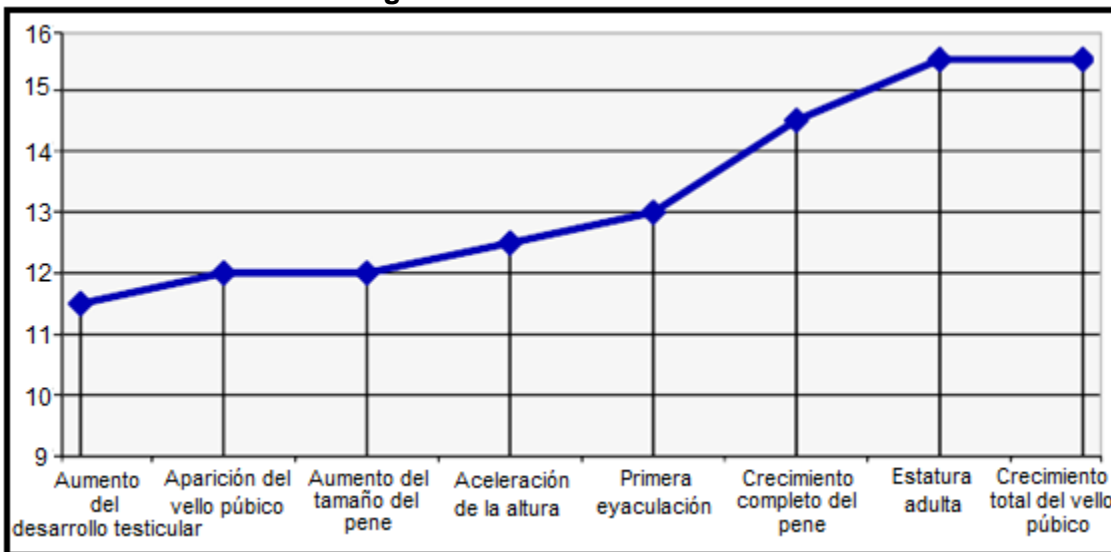
Berk (1997), en la Figura 5 y Figura 6 resume los cambios en los adolescentes en relación con la edad promedio en la cual ocurren.

Figura 5. Cambios en Mujeres



Fuente: Berk (1997)

Figura 6. Cambios en Hombres



Fuente: Berk (1997)

Algunos autores como Mc Bride (2002) estudian la incidencia de las hormonas en los comportamientos sociales de los sujetos, por ejemplo, la preferencia de algunas actividades profesionales sobre otras, debido a los niveles de testosterona, hormona que además establece diferencias físicas entre machos y hembras. No está del todo demostrado pero se cree que la testosterona tiene influencia en el cuerpo calloso y en

la inteligencia verbal. Las hormonas se encuentran ligadas a los vínculos en cuanto a los orígenes biológicos del sujeto, sin embargo, el comportamiento social también está mediado por la mente que filtra las experiencias. La Tabla 2 resume la acción de la testosterona en hombres y mujeres en cuanto a su forma de comportarse.

Tabla 2. Características de acuerdo con la acción de la testosterona

HOMBRES	MUJERES
Los hace obstinados y persistentes	La hace actuar con cautela
Forma particular de resolver los problemas	Piensan las situaciones
Acciones rápidas y simples	Se actúa de manera más pausada y analista
Baja habilidad verbal	Buena habilidad verbal
Desempeño de roles, obreros	Oficinas y puestos en el gobierno
conversación centrada en acciones y actividades solitarias	Colaboración y trabajo con otras personas. Favorecen la opinión pública y el trabajo en equipo
Habilidades espaciales, orientación por direcciones y distancias.	Orientación por sitios, letreros, marcas. Recuerdan la ubicación de los objetos.
Habilidad mecánica	Aptitud mecánica, habilidad motora fina
Presente el predomino, poder personal, deseo de control, vitalidad, superioridad y seguridad.	Dan cabida a la concertación, dando participación equitativa a otro. Buscan apoyo en otros.
Voz grave y quijadas grandes	Voz aguda y quijadas pequeñas.

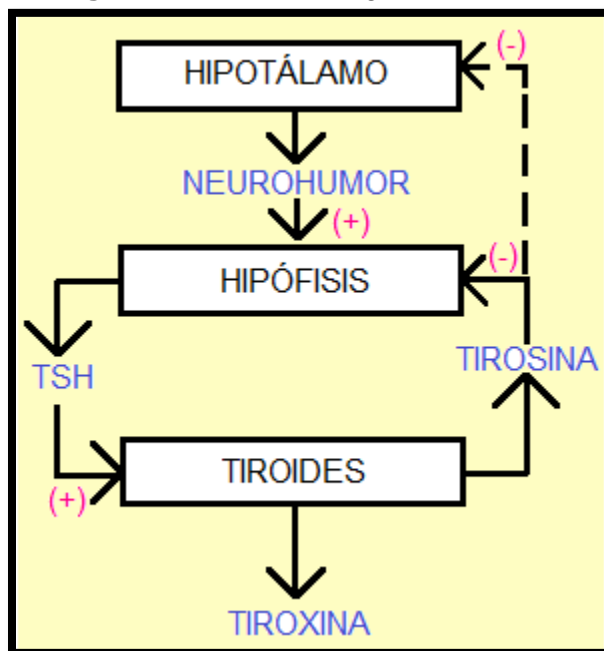
Fuente: Mac Bride (2002)

La testosterona es un indicador relacionado con las actividades sexuales en adolescentes entre los 12 y 16 años, aunque, no todas las mujeres en esta edad tienen un mismo comportamiento sexual, debido a los factores educativos y al ambiente social y familiar. Se sabe también que niveles elevados de andrógenos se relacionan con conductas violentas e impulsivas, mientras que, el exceso de estrógenos se asocia con depresión. Al respecto de los cambios en la conducta, Langley, (1969) explica que el exceso de tiroxina también tiene efectos sobre los individuos causando hiperactividad, violencia e inquietud, pero si esta hormona escasea, hay pasividad, frío y somnolencia entre otras manifestaciones. Es claro que los cambios en la adolescencia obedecen a factores de diferente índole, involucran aspectos biológicos, pero además sociales y culturales, la acción hormonal en el organismo no solo regula los cambios externos sino

que tiene incidencia en los diversos comportamientos que exhiben los adolescentes frente a diferentes situaciones de la cotidianidad, en la cual está incluida la escuela.

Con respecto a la mirada del organismo en relación con las hormonas, Guyton (2011) indica que el mantenimiento de la vida es el resultado de los sistemas de control del organismo y que la condición de percibir, sentir y aprender, forma parte de la secuencia automática de la vida, lo cual posibilita la existencia en medio de situaciones fluctuantes. De este modo, la liberación hormona puede ser periódica o rítmica, adicionalmente, está sujeta a cambios que dependen del medio interno hormonal y humoral, también del consumo de alimentos y del medio externo (Henao, 2004). Así, las hormonas ejercen un papel relevante dentro de los sistemas de control donde la misma producción hormonal está controlada. Para Langley (1969) por ejemplo, la sangre regula la cantidad de algunas hormonas que a su vez regulan el estado de la sangre, dando lugar a una interrelación.

Figura 7. Control de la glándula tiroides



Fuente: Langley (1969)

La homeostasis, es decir, el mantenimiento de la estabilidad de las condiciones internas del organismo en relación con el medio, se presenta de diferentes formas a

través de las hormonas. Langley (1969) propone un sencillo ejemplo en la Figura 7, explica cómo el hipotálamo actúa regulando la tiroides produciendo su propia hormona (neurohumor) que estimula la hipófisis para segregar TSH (hormona estimulante de la tiroides) y cuando se produce exceso de tiroxina ésta inhibe la secreción de las hormonas del hipotálamo, lo cual funciona como un mecanismo homeostático. En este ejemplo, si el cuerpo utiliza el exceso de tiroxina, hay menos inhibición de la hipófisis y del hipotálamo, segregando más tiroxina y de este modo se restablece el equilibrio.

2.4 LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA Y LAS EXPLICACIONES

En este capítulo se ha hablado antes de las formas de entender lo vivo, ahora, es necesario detenerse en la práctica de su enseñanza, enfatizando en las explicaciones que se elaboran en el aula de clase. La manera como se da la práctica de enseñanza está inevitablemente relacionada con la visión de ciencia del docente, en este sentido, si hay preferencias por modelos reduccionistas, lo que se explica dentro del aula se centrará a las partes más pequeñas; si lo que predomina es la anatomía desprovista de las funciones integradoras, se pensará con exclusividad en los órganos. En el caso del estudio de los cambios en la adolescencia, una forma de simplificar la *explicación* es llevarla directamente a la revisión de las hormonas desde una función llamada constantemente por la literatura como “mensajeros químicos” producidos en órganos con condición de glándula.

Sin embargo, en un sistema biológico no se pueden desconocer las múltiples interacciones entre sus partes (a nivel celular, de órganos y sistemas) y que un conocimiento completo de las propiedades de las partes más pequeñas brindan tan solo una explicación parcial. Por ejemplo, es característico de los procesos biológicos las interacciones entre los niveles, entre los genes de un grupo, entre los genes y sus tejidos, entre las células y otros componentes del organismo, entre el organismo y su ambiente inanimado, y entre los diferentes organismos.

Lo anterior, no significa la exclusión de todo tipo de “análisis” en el aula, cuando se tienen objetivos claros, debe entenderse que ningún sistema complejo (viviente) puede comprenderse si no es por medio de un análisis pertinente. No obstante, las interacciones de los componentes deben considerarse tanto, como las propiedades de los componentes aislados. De esta forma, se constituye como objetivo para el docente de ciencias naturales la transformación de los estilos de enseñanza para responder a las necesidades del estudiante.

Está claro que los estilos de enseñanza tienen una fuerte influencia en lo que se consigue en el aula. Para Gómez (2005) desde una visión de enseñanza tradicional, las *explicaciones* son consideradas junto con las teorías como principios de verdad, certeza o falsedad en las formas de entender el mundo. Por el contrario, el estudio actual supone que las *explicaciones* que se producen en el aula tienen otro significado, el de permitir a los estudiantes expresar sus imaginarios, creencias, argumentos e incluso inquietudes al respecto de la situación seleccionada: los cambios en la adolescencia.

“La enseñanza de las ciencias brinda opción a los niños y niñas de pensar, ver y actuar en el mundo desde una postura científica, de utilizar en su vida tanto los conocimientos como las herramientas derivadas de esta actividad” (Gómez 2005, p.22). De esta manera, se espera que los estudiantes hallen sentido a los conocimientos científicos y actúen de forma autónoma para pensar y expresar sus *explicaciones* acerca de los cambios que ellos viven durante el estado adolescente. Sobre el significado de *explicación*, varios autores se pronuncian, por ejemplo, Candela 1997, aporta un referente de *explicación* en ciencias, entendida como “aquellas expresiones verbales que tienden a comprometer un hecho, un objeto, un fenómeno o idea. Esto es, que van más allá de una descripción, para tratar de encontrar las causas que lo provocan o permiten entenderlo” (p. 105). Norris, Guilbert, Smith, Hakime lahi y Phillips (2005) citados por Gómez (2011), definen la *explicación* como *“un acto que intenta hacer algo claro, entendible o inteligible”* (p.523). Adúriz (2008), asume la *explicación* en ciencias

naturales remitiéndose a la solución de preguntas del tipo de qué, cómo, por qué y para qué? que dan cuenta de propósitos diversos relacionadas con las disciplinas científicas.

Es claro que la *explicación* es un elemento central en el aprendizaje de las ciencias naturales a través del cual se da cuenta de situaciones particulares, que lleva al estudiante hacia la contextualización basándose en la observación, la indagación y la argumentación de aquello que intenta explicar. Para Norris (2005) citado por Gómez (2008), una de las finalidades de la construcción de *explicaciones escolares* es que los estudiantes organicen e integren el conocimiento para aumentar la comprensión que se tiene acerca de un fenómeno.

Tradicionalmente los docentes dan mayor importancia a las explicaciones orales y escritas en la clase de ciencias naturales. Sin embargo, para el presente estudio son consideradas también aquellas producciones de tipo gráfico por medio de las cuales los estudiantes representan su saber, inquietudes, creencias, explicaciones frente al cambio en la adolescencia, sus posibles causas y las diferentes relaciones e interacciones que conforman haciendo uso de una expresión de tipo más amplia que el texto o la oralidad.

Las explicaciones en las ciencias se diferencian de aquellas originadas del sentido común o de la religión. Al respecto, Nagel (1974), establece que el conocimiento científico se acompaña de *explicaciones* acerca del por qué los hechos son como se presentan, *explicaciones* que además permiten reconocer los límites de su validez y ser contrastadas con la realidad; mientras que, en el sentido común no se cuenta con razones pertinentes, ni *explicaciones* controlables por juicios fácticos. En el caso de la construcción de explicaciones en el aula, los estudiantes encuentran las evidencias en las relaciones que establecen y que les permite fundamentar sus conclusiones en relación con una situación de estudio.

El uso que hace la ciencia, docentes y estudiantes de las *explicaciones* permiten caracterizarlas desde diferentes perspectivas. Por ejemplo Mayr (2005) habla de las *explicaciones biológicas* de las *causas próximas* y *causas remotas*, las primeras, dan

cuenta del aquí y del ahora, en otras palabras, muestran el funcionamiento de un organismo y sus partes, así como de su desarrollo; las segundas, se refieren a factores históricos y evolutivos, suelen relacionarse con las adaptaciones y con la diversidad orgánica, explican el origen y la historia de los seres vivos.

Otro tipo de *explicaciones* que tienen representación en las aulas, son aquellas de tipo *teleológico*, cuyo rasgo distintivo es la referencia a los fines. Sin embargo, no se requiere que estos sean propósitos conscientes en algún sujeto; comúnmente este tipo de explicaciones son utilizadas para referirse a comportamientos, animales dirigidos a un fin y funciones de órganos o partes de un organismo. Para Adúriz (2008) un término asociado a este tipo de explicaciones es el de función, se usa en varios contextos, por ejemplo, en la relación entre partes, las operaciones, la necesidad o la importancia de la estructura y el uso. Las *explicaciones funcionales*, e incluso las *teleológicas* siempre indican que algo existe para que tenga cierta estructura determinada.

Una clasificación de las *explicaciones* enfocada a los propósitos de enseñanza en ciencias naturales es propuesta por Gaeta (1997) citado por Adúriz, (2008), hay *explicaciones* que se basan en los campos disciplinares y *explicaciones* para la enseñanza. Las primeras, se plantean alrededor de convenciones propias de la disciplina, ¿cuáles son las preguntas importantes?, ¿qué se acepta como evidencia?, ¿cómo debe ser un presupuesto que sería reconocido como progreso o como hipótesis de un campo? Las segundas, sirven para clarificar conceptos, procedimientos, eventos, ideas, tipos de problemas que favorecen la comprensión. Suelen ser redundantes y reflejan las concepciones pedagógicas y epistemológicas del docente.

Por otra parte, Gómez (2006), clasifica las explicaciones atendiendo a su función.

“Para ampliar un significado: explican qué es algo, lo hacen entendible y lo clarifican.

Para justificar, lo que implica apelar a normas, estándares o valores establecidos.

Para describir: esto es, decir qué pasa o sucede, se introduce generalmente una secuencia temporal,

Para establecer causalidades, en la cual se introducen los mecanismos que causan un patrón observado” (p. 76-77)

Con los diferentes puntos de vista que plantean los autores alrededor de las explicaciones, es evidente que los procesos de enseñanza- aprendizaje promueven la construcción de explicaciones de diferente corte acerca de una situación de estudio que para este caso son los cambios en la adolescencia. Por lo cual, es importante el reconocimiento que hace el docente de aquello que es capaz de construir el estudiante, procurándole autonomía a la vez que lo orienta en el proceso.

Tabla 3. Características de las concepciones

CONCEPCIÓN	
CORRESPONDE CON UNA ESTRUCTURA SUBYACENTE	No son sólo un producto, una producción se corresponde con un proceso desprendido de una actividad elaborada. Dependen de un sistema subyacente que constituye su marco de significación.
ES UN MODELO EXPLICATIVO	Una representación es un modelo explicativo organizado, sencillo, lógico, utilizado a menudo por analogía. Una concepción se actualiza siempre por una situación vivida, por las preguntas planteadas. Movilizar lo que se sabe y adaptarlo a lo que se vive. Puede depender de la secuencia pedagógica en marcha, el contexto en el que emerge, se moviliza lo que se sabe a lo que se vive
TIENEN UN GÉNESIS AL TIEMPO INDIVIDUAL Y SOCIAL	Los individuos estructuran su saber a medida que integra conocimientos que provienen de: La acción cultural parietal La práctica social del niño en la escuela La influencia de los medios de comunicación

Fuente: Construido a partir de Giordan y De Vecchi (1995)

Un elemento que está relacionado con las explicaciones de los estudiantes, son sus concepciones Giordan y De Vecchi (1995), definen la *concepción* como el conjunto de ideas coordinadas e imágenes coherentes, explicativas, utilizadas por los estudiantes para razonar al respecto de situaciones problema y sobre todo evidencia la idea de que ese conjunto traduce una estructura mental subyacente responsable de las manifestaciones contextuales. También se pueden entender como los comienzos de un modelo que permite la comprensión de una situación o problema, ver Tabla 3.

Las concepciones tienen importancia en los procesos de enseñanza – aprendizaje ya que por medio de éstas los estudiantes estructuran sus saberes a medida que integran sus conocimientos sobre los fenómenos biológicos. Para Giordan y De Vecchi (1995), la concepción se convierte en el proceso de la actividad de construcción y no en el producto. Adicionalmente, las concepciones de una persona dependen de diferentes factores, por ejemplo, de la información que percibe en su entorno y su relación con otros, lo que genera recuerdos que se guardan en la memoria. Un papel de la concepción en los estudiantes es la de filtrar, seleccionar y elaborar información, mientras la complementa y posiblemente origina una nueva. Por esta razón, son importantes las preguntas que se desarrollan en el aula por cualquiera de sus participantes, el propio estudiante, sus compañeros o docente, ya que de esta forma se posibilita la construcción de nuevas concepciones y nuevos aprendizajes.

Cuando se piensa en las posibilidades para mejorar los procesos de enseñanza, es necesario abrirse a nuevas formas de generar conocimiento en el aula, de acuerdo con las necesidades, intereses e ideas de los estudiantes como base sobre la cual redirigir el quehacer docente.

3. REFERENTES METODOLÓGICOS

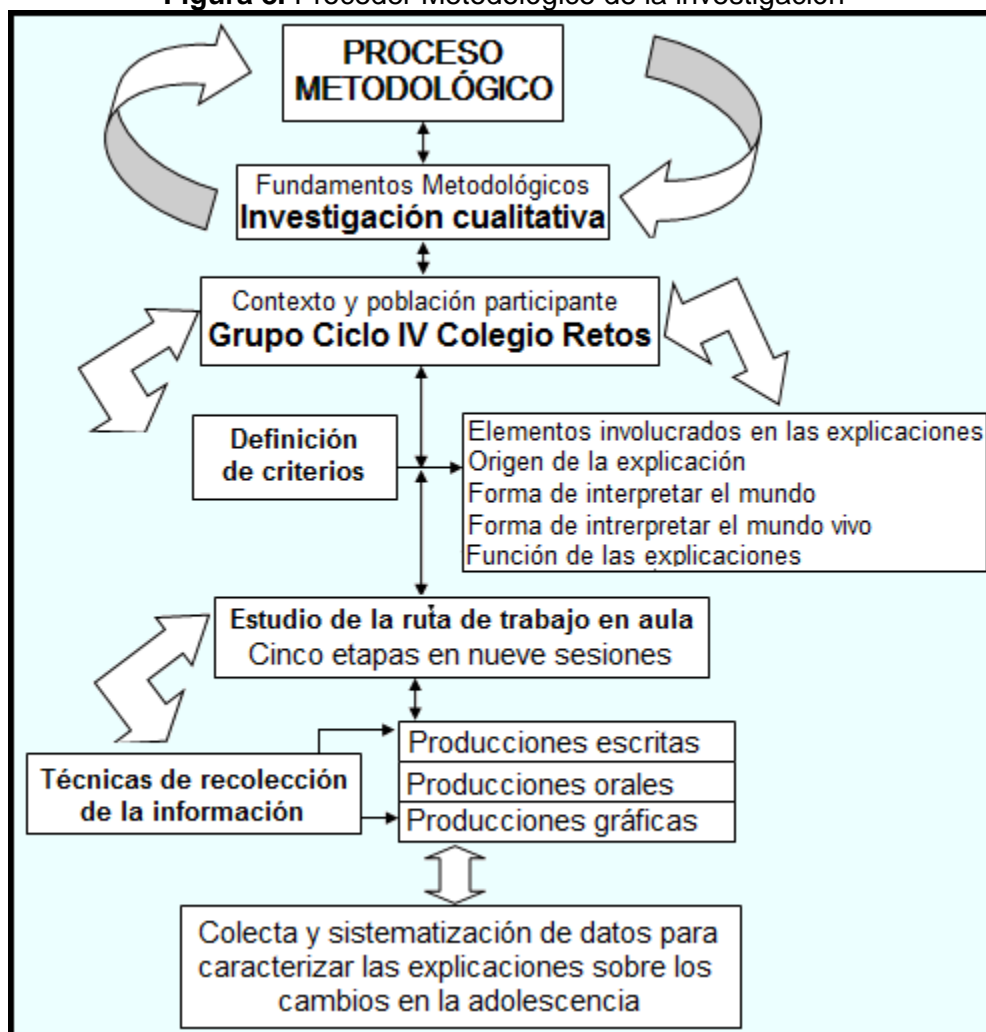
En este apartado se describen las características del diseño metodológico construido, la forma como se recopila la información en el aula a partir de una propuesta conformada por diferentes fases y cinco criterios de análisis a través de los cuales se estudian las explicaciones que construyen los estudiantes sobre los cambios en la adolescencia. Con lo cual se desarrolla la recolección de la información y posteriormente el análisis de resultados dando cumplimiento al objetivo general propuesto para este estudio.

3.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con los objetivos propuestos en el presente estudio, se hace la selección de una metodología acorde con su desarrollo, razón por la cual se propone como perspectiva la investigación cualitativa, ya que permite observar, describir e interpretar las ideas que los estudiantes expresan durante la puesta en práctica de las actividades en el aula. Ideas que son influenciadas por sus experiencias previas, su entorno, y los supuestos que consideran respecto a lo que sucede con los cambios en la adolescencia. Este tipo de investigación “estudia la realidad en su contexto natural, tal y como sucede, intentando sacar sentido de, o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas” (Rodríguez, Gil & García, 1996:p.32).

Este tipo de investigación propone una situación de estudio, teorizar al respecto, diseñar una ruta metodológica, recopilar información, describir lo observado, discutir las ideas e impresiones recogidas durante dicho proceso, y si es necesario reorientar la investigación de acuerdo con lo que se va presentando, para realizar interpretación de las descripciones.

Figura 8. Proceder Metodológico de la investigación



Fuente: Construcción propia

Este método investigativo es pertinente de acuerdo con el carácter interpretativo que tiene, donde las estrategias cualitativas aplicadas buscan describir los procesos de construcción de conocimiento y no asumir los resultados como respuestas correctas o equivocadas (Latorre, 2007). En la indagación sobre los cambios que se presentan en la adolescencia se tiene en cuenta las descripciones y explicaciones en la comprensión del fenómeno, siguiendo lo que proponen algunos autores,

“desde el punto de vista de los participantes, se describirá y explicará lo que sucede con el mismo lenguaje utilizado por ellos; o sea, con el lenguaje del sentido común que la gente usa para describir y explicar las acciones humanas y las situaciones sociales en su vida”, (Rodríguez, Gil & García, 1996, p. 53)

El enfoque de la investigación es interpretativo, posibilita descubrir e interpretar dentro de un contexto dado, considera las condiciones o relaciones que existen, las prácticas que prevalecen, las creencias, los puntos de vista, establece cómo lo que es, o lo que existe, se relaciona con un hecho precedente que afecta una situación presente. Para Erickson (1986), citado por Stake (1999), es la función que le permite al investigador recoger datos e interpretarlos de manera fundamentada.

La principal característica de la investigación cualitativa precisamente es el lugar central que ocupa la interpretación, la cual requiere evitar la emisión de juicios subjetivos, para no perder el contacto con el desarrollo de acontecimientos y con aquello que se va revelando, en parte, para reorientar las observaciones y proseguir con los temas que afloran, Stake (1999). En la Figura 8 se resume el proceso metodológico.

3.2 CRITERIOS DE ANÁLISIS DE LAS EXPLICACIONES

Teniendo en cuenta las emergencias del aula además de la revisión bibliográfica, se proponen criterios a través de los cuales estructurar el análisis de las explicaciones que los estudiantes construyen en relación con los cambios en la adolescencia. Estos criterios son los elementos que emergen y se involucran en las explicaciones, las condiciones de su origen, la forma de interpretar el mundo físico y el mundo vivo, y finalmente la función que cumplen las explicaciones. Cada uno de los criterios de análisis se describe a continuación.

3.2.1 Primer Criterio: Elementos involucrados en las explicaciones

Este criterio permite la recopilación de los elementos más relevantes para el común de los estudiantes que emergen cuando representan de diferentes formas las causas alrededor del cambio, como se expone en la Tabla 4.

Tabla 4. Elementos involucrados en las explicaciones

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DE LA REFERENCIA
El tiempo	Regulador e indicador del momento en el que suceden los cambios, y/o exponente de un proceso.
El crecimiento	Evento que da cuenta del aumento de edad, del tamaño de un órgano o del cuerpo.
Genética y/o la herencia	Características similares que se transfieren de padres a hijos por medio del ADN.
Género	Condición de ser hombre o mujer
Las hormonas	Sustancias presentes en el organismo

Fuente: Construcción propia

3.2.2 Segundo Criterio: Origen de la Explicación

Este criterio incluye las condiciones de posibilidad en la construcción de explicaciones, según la identificación que hacen las docentes de esas condiciones. Ver Tabla 5.

Tabla 5. Origen de la explicación

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DE LA REFERENCIA
Las vivencias	Situaciones que una persona ha experimentado en lo transcurrido de su vida
Intereses particulares	Deseo de conocer y comprender sobre cambios experimentados u observados en otros
Interacción con el otro	Diálogo establecido con los compañeros o la docente en el momento de cuestionar o complementar ideas
Construcción colectiva	Consenso en las ideas sobre un tema en particular y/o intercambio de significados y argumentos que llevan a construir nuevos significados.
Propuesta de aula	Ruta de trabajo diseñada por la docente para involucrar a los estudiantes en la construcción de explicaciones sobre los cambios en la adolescencia.
Consulta bibliográfica	Revisión de información en textos o en internet sobre un tema o término en particular
Información de medios de comunicación	Información recibida de la televisión, radio, revistas, periódicos, internet, entre otros
Contexto socio-cultural	Información recibida en el contexto familiar, social o creencias que se tienen sobre algo en particular.

Fuente: Construcción propia

3.2.3 Tercer Criterio: Forma de Interpretar el Mundo

Este criterio incluye las referencias desde las cuales los estudiantes explican los hechos del mundo desde diferentes perspectivas con los cuales buscan comprender de diferentes formas una situación particular. Ver Tabla 6.

Tabla 6. Forma de interpretar el mundo

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DE LA REFERENCIA
Determinista	Predicción o anticipación de un comportamiento futuro a partir de variables que actúan sobre un mismo evento en el presente.
Teleológico	Formas finalistas de las formulaciones acerca de un objeto o situación
Holístico	Análisis de las unidades desde su mirada de totalidad, global e integrada.
Sistémico	Reconocimiento del sistema con elementos interactuando a diferentes niveles.

Fuente: Construcción propia

3.2.4 Cuarto criterio: forma de interpretar el mundo vivo

En este criterio se identifican las referencias a través de las cuales los estudiantes construyen explicaciones sobre los fenómenos biológicos. Las referencias: anatómico, estructuralista y funcionalista, son propuestas de este estudio para dar interpretación a las formas de expresión comunes en el aula de clase, no necesariamente se involucran con las corrientes de la ciencia que tienen el mismo nombre. Ver Tabla 7.

Tabla 7. Forma de interpretar el mundo vivo

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DE LA REFERENCIA
Espontaneista	Entender que la estructura biológica se origina de la nada, sin la existencia de materia viva previa.
Anatómico	Énfasis en los órganos más que en la totalidad del cuerpo humano.
Estructuralista	Énfasis en las estructuras, es decir en las diferentes partes que conforman los órganos.
Funcionalista	Énfasis en la función de los órganos (por parte de los estudiantes)
Organicismo	La organización de las partes es la que controla todo el sistema y existe integración de estas partes desde las células hasta el organismo

Fuente: Construcción propia

3.2.5 Quinto Criterio: Función de las Explicaciones

Este criterio es tomado de Gómez (2006 p.76-77), para identificar la función que cumplen las explicaciones elaboradas por los estudiantes. Ver Tabla 8.

Tabla 8. Función de las explicaciones

REFERENCIA PARA	DESCRIPCIÓN DE LA REFERENCIA
Ampliar significado	Explican qué es algo, lo hacen entendible y lo clarifican
Justificar	Lo que implica apelar a normas, estándares o valores establecidos.
Describir	Decir qué pasa o sucede, se introduce a una secuencia temporal.
Establecer causalidades	Se introducen los mecanismos que causan un patrón observado.

Fuente: Gómez (2006)

3.3 CONTEXTO Y POBLACIÓN PARTICIPANTE

La población de estudio está representada en 19 estudiantes, 7 mujeres y 12 hombres, con edades entre los 13 y 17 años que se encuentran cursando Ciclo IV, Fase I, (grado octavo en la educación media) del colegio Retos, institución educativa privada ubicada en el barrio La Calleja, localidad de Usaquén, del distrito de Bogotá que ofrece la modalidad de bachillerato semestralizado y mixto. Dentro de la comunidad de estudiantes hay condiciones particulares como la práctica del deporte de alto rendimiento y otros presentan extra edad debido a experiencias de fracaso escolar en instituciones regulares. Los núcleos familiares del grupo Ciclo IV están conformados generalmente por padre, madre y hermanos, quienes tienen un nivel educativo profesional y pertenecen a estratos socioeconómicos altos.

3.3.1 Técnicas e instrumento para recolección de la información

Una de las técnicas más empleada por los investigadores cualitativos para adquirir información es la observación participante, en ésta el investigador interactúa con las personas o grupos que desea investigar, compartiendo con ellos diferentes aspectos.

Al participar de sus actividades, va tomando notas de campo pormenorizadas en el lugar de los hechos o tan pronto como le sea posible. Estas notas son revisadas periódicamente con el fin de complementarlas y también para reorientar la observación e investigación respondiendo a las preguntas de quién, dónde, cuándo, cómo y por qué alguien hizo algo, es decir, se consideran importantes los detalles (Martínez, 2006). A partir de esta técnica, se elabora una secuencia de enseñanza a través de la cual se desarrollan las actividades propias del aula que permitan rastrear las características de las explicaciones de los estudiantes al respecto de los cambios en la adolescencia.

Los instrumentos empleados son el diario de campo, producciones orales, gráficas y escritas de los estudiantes, al respecto, Gómez (2011), considera estas producciones modos comunicativos importantes en la biología, por medio de los cuales los estudiantes comunican distintas ideas. Adicionalmente, con el diseño metodológico, se propicia el desarrollo de la capacidad descriptiva de la dinámica de aula, por parte de su autor, a través de un relato sistemático y pormenorizado de los distintos acontecimientos y situaciones cotidianas.

3.4 EL RECORRIDO EN EL AULA

La intención del trabajo en el aula es la conformación de una propuesta con diferentes momentos pensados desde lo sistémico y lo holístico evitando predeterminar el aula y los hallazgos. A partir de cinco diferentes etapas se visibiliza la acción del maestro quien constantemente orienta las actividades, reorienta los cuestionamientos de los estudiantes y propende porque estos lleven a cabo otras formas de construcción. Además se consideran los cambios en la adolescencia teniendo en cuenta los intereses de los estudiantes en esa etapa de sus vidas.

La dinámica de trabajo en el aula, se organiza en cinco etapas mostradas en la Figura 9, para un total de nueve sesiones programadas teniendo en cuenta el problema abordado en esta investigación.

Figura 9. Momentos de Trabajo en el Aula



Fuente: Construcción propia

En la Tabla 9 se precisan las intenciones de los momentos de trabajo en el aula.

Tabla 9. Intenciones, actividades y descripción del trabajo de aula

MOMENTO	INTENCIÓN	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
1. EXPRESANDO IDEAS SOBRE EL CAMBIO (punto de partida)	<p>Investigación: Reconocer los cambios que los estudiantes identifican en su cuerpo a través de su crecimiento y desarrollo.</p> <p>Aula: Generar interés en el estudiante para que se haga participe en la emergencia de la situación de estudio sobre los cambios hormonales durante su adolescencia.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construcción de línea de tiempo 2. Socialización de la línea del tiempo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicitó a los estudiantes que en casa construyeran una línea de tiempo con la vida de su padre, su madre o la propia. Por medio de fotos, dibujos y descripciones debían recrear la evolución que han tenido en las diferentes etapas: infancia, niñez, pubertad, adultez o vejez si fuera el caso. Tiempo: 1 horas Recursos: Fotos, papel, cartulinas, lápices, pegamento, construcciones de los estudiantes. 2. Se organizaron las diferentes construcciones de los estudiantes de tal forma que todos pudiesen apreciarlas. A continuación, se conformaron grupos de trabajo para comparar las líneas de tiempo e identificar aspectos comunes y diferentes en edades particulares y de esta forma se buscó que identificaran una situación o fenómeno de su interés para ser estudiado. Se les solicitó socializar lo concluido y entregar sus producciones. Tiempo: 2 horas de clase Recursos: hojas de papel, esferos, líneas de tiempo construidas.

MOMENTO	INTENCIÓN	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
2. EXPRESANDO IDEAS SOBRE EL CAMBIO (punto de partida)	<p><u>Investigación:</u> Reconocer los cambios que los estudiantes identifican en su cuerpo a través de su crecimiento y desarrollo.</p> <p><u>Aula:</u> Generar interés en el estudiante para que se haga partícipe en la emergencia de la situación de estudio sobre los cambios hormonales durante su adolescencia.</p>	<p>3. Construcción de línea de tiempo</p> <p>4. Socialización de la línea del tiempo</p>	<p>3. Se solicitó a los estudiantes que en casa construyeran una línea de tiempo con la vida de su padre, su madre o la propia. Por medio de fotos, dibujos y descripciones debían recrear la evolución que han tenido en las diferentes etapas: infancia, niñez, pubertad, adultez o vejez si fuera el caso.</p> <p><u>Tiempo:</u> 1 horas <u>Recursos:</u> Fotos, papel, cartulinas, lápices, pegamento, construcciones de los estudiantes.</p> <p>4. Se organizaron las diferentes construcciones de los estudiantes de tal forma que todos pudiesen apreciarlas. A continuación, se conformaron grupos de trabajo para comparar las líneas de tiempo e identificar aspectos comunes y diferentes en edades particulares y de esta forma se buscó que identificaran una situación o fenómeno de su interés para ser estudiado. Se les solicitó socializar lo concluido y entregar sus producciones.</p> <p><u>Tiempo:</u> 2 horas de clase <u>Recursos:</u> hojas de papel, esferos, líneas de tiempo construidas.</p>
2. SELECCIONANDO SITUACIONES PROBLEMA (inquietudes de los estudiantes)	<p><u>Investigación y Aula:</u> Identificar los cuestionamientos que los estudiantes se hacen acerca de la situación de estudio seleccionada (determinada en la clase anterior).</p>	<p>Emergencia de preguntas y/o situaciones de estudio seleccionadas en la sesión anterior</p>	<p>A partir de los fenómenos o situaciones de interés socializados por los estudiantes, se acordó seleccionar dos en particular para profundizar en su estudio; inicialmente, se solicitó que de forma individual escribieran cuestionamientos relacionados con dichos fenómenos.</p> <p><u>Tiempo:</u> dos horas. <u>Recursos:</u> tablero, marcadores, inquietudes y escritos de los estudiantes.</p>
3. CONSTRUYENDO EXPLICACIONES (Exploración de cambios)	<p><u>Investigación:</u> Indagar sobre las concepciones de los estudiantes en cuanto a las relaciones entre la situación de estudio y lo que la rodea o afecta. Distinguir los cambios y las relaciones que establecen.</p> <p><u>Aula:</u> Avanzar en la discusión, descripción y comprensión de los cambios y relaciones que consideran los estudiantes en las situaciones planteadas por ellos.</p>	<p>1. Exploración del cómo se aborda el fenómeno seleccionado.</p> <p>2. Identificación de aspectos relacionados con el crecimiento de los senos y/o el vello púbico o axilar</p>	<p>1. Cada estudiante representó por medio de historietas su situación de interés resaltando inquietudes propias y sus posibles respuestas, con el objetivo de identificar elementos relacionados con el fenómeno de estudio.</p> <p><u>Tiempo:</u> 2 horas. <u>Recursos:</u> hojas y colores</p> <p>2. Se les solicitó a los estudiantes organizarse en parejas y elaborar esquemas (o gráficos) en los que representarían aspectos relacionados con la situación seleccionada.</p> <p><u>Tiempo:</u> 3 horas, 2 en clase y 1 de trabajo en casa. <u>Recursos:</u> hojas y colores</p>

MOMENTO	INTENCIÓN	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
4. RESIGNIFICANDO IDEAS EN COLECTIVO (Explicaciones de los estudiantes)	<p><u>Investigación y Aula:</u> Distinguir las explicaciones de los estudiantes cuando dan cuenta del porqué de una situación particular de estudio.</p> <p><u>Investigación:</u> Con relación al entorno, cambios, procesos, condiciones, transformaciones Posibles perspectivas en las cuales se estructuran las explicaciones</p> <p>Evolución Crecimiento y desarrollo Desequilibrio-equilibrio Cambio y permanencia Holista-reduccionista. Dinámica Autorregulación Modos de estar del organismo Mecanismos de transformación Ciclos</p>	<p>1. Discusión colectiva sobre aspectos relacionados con los cambios hormonales.</p> <p>2. Construcción de fundamentos conceptuales sobre la temática de estudio.</p>	<p>1. Se recogieron las ideas de los estudiantes acerca de aspectos relacionados con los cambios hormonales, partiendo de 18 interrogantes elaborados por la docente con la intención de conocer sus concepciones. De forma voluntaria cada estudiante intervino para dar respuesta a lo que se cuestionaba o para manifestar sus inquietudes al respecto, (VER ANEXO 1).</p> <p><u>Tiempo:</u> 3 horas. <u>Recursos:</u> Ficha de preguntas, grabadora de sonido.</p> <p>2. Construcción de fundamentos conceptuales sobre el funcionamiento de las hormonas en el organismo con la interacción de ideas por parte de la docente y de los estudiantes.</p> <p><u>Tiempo:</u> 1 hora. <u>Recursos:</u> tablero, marcador, grabadora de sonido.</p>
5. PARTICIPANDO Y PROTAGONIZANDO (comprensión de los cambios)	<p><u>Investigación:</u> ¿Cómo el estudiante comprende los cambios en el organismo desde la perspectiva hormonal?</p> <p><u>Aula:</u> Describir cómo los estudiantes conciben y explican lo que sucede en su cuerpo, los elementos que tienen en cuenta, las relaciones, procesos, condiciones, entre otros (la dinámica hormonal del cuerpo durante la pubertad).</p>	<p>1. Construcción de explicaciones acerca de los cambios hormonales estudiados.</p> <p>2. Socialización de la construcción anterior.</p>	<p>1. Los diferentes grupos de trabajo se reunieron para discutir y elaborar diapositivas en las que representaron sus explicaciones sobre el cambio hormonal abordado durante las diferentes actividades de aula.</p> <p><u>Tiempo:</u> 2 horas. <u>Recursos:</u> computadores, diversas fuentes de información y grabadora de sonidos.</p> <p>2. Cada equipo de trabajo dio a conocer a sus compañeros las explicaciones elaboradas mediante sus presentaciones en power point.</p> <p><u>Tiempo:</u> 2 horas. <u>Recursos:</u> computadores, diversas fuentes de información, grabadora de sonidos y de vídeo.</p>

Fuente: Construcción propia

Posterior a la aplicación de la propuesta de aula, se hace la recolección y sistematización de la información. Con respecto a la transcripción y codificación de los diálogos de clase en lo sucesivo se utilizan letras iniciales para referenciar la intervención de los estudiantes o de la profesora, así, profesora (P) y estudiante (E), no se discrimina por medio de números las intervenciones de diferentes estudiantes a la vez.

4. EXPLICACIONES EN EL AULA

Este apartado contiene el análisis de las explicaciones que los estudiantes construyen alrededor de los cambios que se viven en la adolescencia, como preámbulo se dan a conocer las ideas que se originan en el aula al abordar los cambios desde un panorama general. Posteriormente, se profundiza en dos situaciones específicas: el *crecimiento del vello* y el *crecimiento de los senos*, situaciones relevantes para el presente trabajo ya que a partir de éstas se consigue caracterizar las explicaciones de los estudiantes, las relaciones presentes, reconocer los elementos y las condiciones de posibilidad en las que emergen.

4.1 IDEAS PRELIMINARES SOBRE EL CAMBIO

A continuación se exponen de manera general los diferentes cambios que suceden en la adolescencia según las descripciones de los estudiantes, quienes elaboran en sus casas líneas del tiempo propias y de uno de sus padres. Posteriormente, en la clase las comparan con sus compañeros y luego escriben los cambios corporales más sobresalientes. Producto de la comparación, se enriquece la experiencia de los estudiantes en el aula, se posibilita centrar la atención en aspectos que hasta el momento son inadvertidos respecto a los cambios que ocurren en sus propios cuerpos, en el de sus amigos y familiares.

Tabla 10. El tiempo en relación con el cambio

TESTIMONIO	COMENTARIO
<i>"A los 5 años la voz es muy aguda, como la de una niña; a los 10 años sigue siendo aguda, pero se nota que es un hombre; a los 15 años la voz se vuelve grave y más profunda; a los 20 años ya la voz está en su tono más grave"</i>	<i>El Tiempo, es uno de los elementos considerado por los estudiantes como regulador del cambio, a medida que aumentan los años la voz se va modificando en los hombres.</i>

Fuente: Fragmento de clase

Los hallazgos de la secuencia de aula son considerados como “ideas” alrededor de los cambios en los adolescentes. La primera de estas ideas se muestra en la Tabla 10 en la cual se involucra el tiempo como uno de los elementos mediadores del cambio.

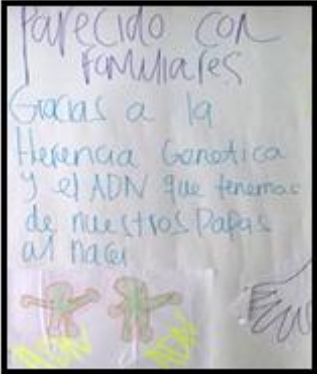
Tabla 11. El crecimiento en relación con el cambio

TESTIMONIO	COMENTARIO
<p>“Cuando niño mi tono de piel y mi cabello eran más claros, era más gordito y a medida que crecí adelgacé un poco, mi cabello se me volvió más oscuro y la piel no me cambió mucho”... “su color de piel cambia a moreno” “le creció vello facial a temprana edad”.</p>	<p>El crecimiento, es un evento relacionado con el tiempo por los estudiantes, les permite ampliar ideas sobre las causas del cambio en las cualidades corporales externas cuando pasan de una edad a otra.</p>

Fuente: Fragmento de clase

El primer acercamiento sobre las ideas de cambio en la voz, lleva a los estudiantes a reconocer el tiempo como causa de “transformación” de una característica, lo cual es representado en múltiples producciones de los estudiantes, algunas orales, otras gráficas o escritas. Adicionalmente, otro elemento relacionado con el tiempo y el cambio, es el crecimiento como se indica en la Tabla 11.

Tabla 12. La herencia, genética y ADN en relación con el cambio

TESTIMONIO	COMENTARIO
	<p>La herencia, genética y ADN, cuando los estudiantes describen sus características físicas, lo hacen comparándolas con las de sus padres o familiares, indicando que si éstas se modifican es porque en sus familiares también ocurre este cambio. Consideran natural el cambio, por razones genéticas las características se heredan de sus progenitores.</p>

Fuente: Cartelera elaborada por estudiantes

Los cambios son descritos desde las cualidades de las partes del cuerpo, por ejemplo, piel, cabello, contextura. Sin embargo, no sólo son importantes las partes externas, se mencionan factores internos en la Tabla 12, los cuales son relevantes en las ideas de los estudiantes. Sin embargo, parece que no hace diferenciación entre la genética

como ciencia, la herencia como el proceso en el cual se adquieren las características de los antecesores y el ADN como la molécula que participa en la transmisión de la información genética, lo que si está claro es la inclusión de diferentes elementos en las ideas sobre cambio. Se infiere que los estudiantes entienden la multicausalidad en la regulación del organismo, considerando factores externos como enfermedades, radiación solar, ingesta de alimentos e internos como la genética y las hormonas.

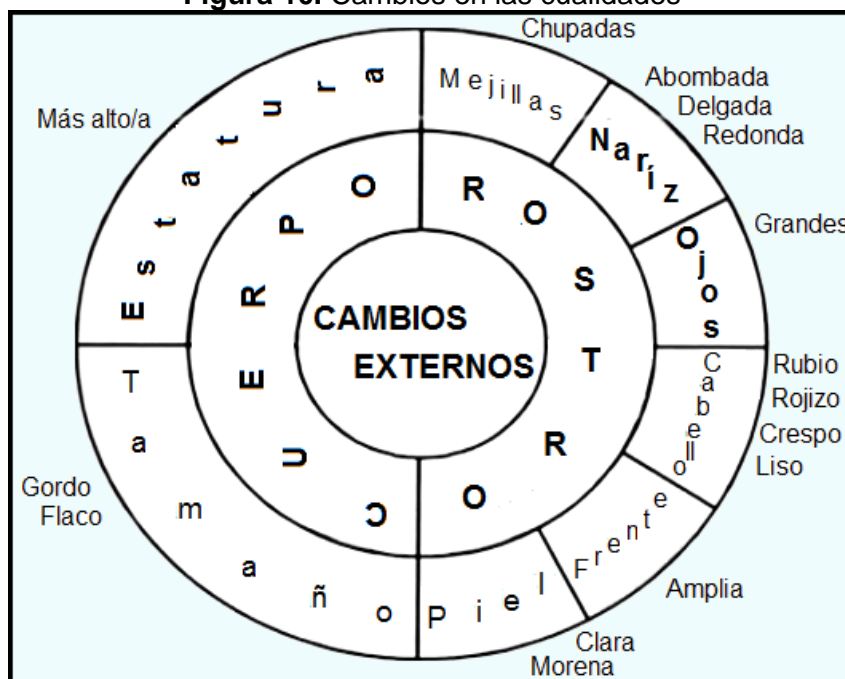
Adicionalmente, los estudiantes manifiestan ideas que se desprenden de diferentes fuentes de información que les despiertan curiosidad por el género en la adolescencia. Según esta información, el género depende de los genes y el ambiente como explican en el fragmento de clase de la Tabla 13.

Tabla 13. El género en relación con el cambio

TESTIMONIO	COMENTARIO
<p><i>"En los hombres se presenta el gen kQ28 en los homosexuales, en las mujeres no hay gen que distinga el gusto, este se da gracias al ambiente".</i></p>	<p><i>El género, y el comportamiento social, en la mayoría de los estudiantes son condiciones que inciden para que el cambio se presente o no, para que se manifieste de una u otra forma.</i></p>

Fuente: Fragmento de clase

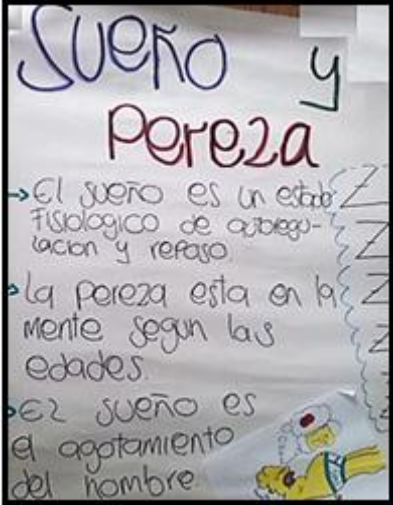
Figura 10. Cambios en las cualidades



Fuente: Construcción propia

Los elementos mencionados son reiterativos en el trabajo de aula, el resumen de estas ideas se presentan en la Figura 10. Adicionalmente, en las ideas sobre el cambio, es posible reconocer situaciones o condiciones que las originan, por ejemplo, la experiencia, los intereses particulares y la construcción con sus pares. Por ejemplo, la Tabla 14 expone un testimonio sobre las propias vivencias haciendo referencia al sueño. Algunas expresiones como “*el sueño es un estado fisiológico de autoregulación y reposo*” muestran poca comprensión, por lo que no se profundiza, es una enunciación de la alteración en el patrón de una actividad que el individuo realiza habitualmente y cambia con la adolescencia.

Tabla 14. La experiencia en relación con las ideas de cambio

TESTIMONIO	COMENTARIO
	<p><i>La propia experiencia</i>, los estudiantes manifiestan que el adolescente no sólo cambia físicamente, además, cambian sus hábitos. Escriben “<i>el niño es muy activo y el adolescente se vuelve perezoso</i>” esos cambios que describen a partir de experiencia, lo justifican como “natural”, propio del organismo.</p>

Fuente: Cartelera elaborada por estudiantes

Los aspectos que inquietan a los adolescentes los conducen a la búsqueda de información por medio de la cual comprender desde un referente aquello que cambia en su cuerpo, por ejemplo, la estatura en la Tabla 15.

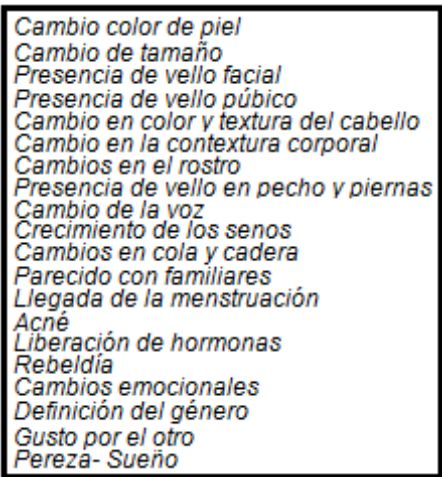
Tabla 15. Los intereses particulares en relación con las ideas de cambio

TESTIMONIO	COMENTARIO
<p><i>“Nos enfocamos en la altura porque la mayoría del grupo ha tenido grandes cambios de altura y es interesante conocer el porqué de este suceso”.</i></p>	<p><i>Los intereses particulares y la curiosidad focalizada</i> posibilitan la generación de algunas ideas que le permiten al estudiante explicarse el comportamiento de su organismo.</p>

Fuente: Fragmento de clase

La interacción con el otro permite compartir realidades individuales generando realidades colectivas, acuerdos entre las diferentes ideas de un grupo, ver Tabla 16.


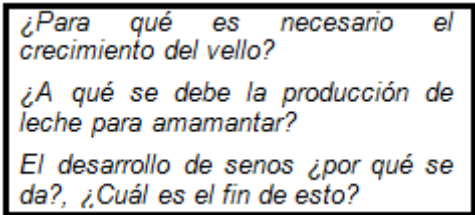
Tabla 16. La construcción colectiva en relación con las ideas de cambio

TESTIMONIO	COMENTARIO
	<p><i>La construcción colectiva</i>, cuando se ponen en común las ideas de un colectivo, se generan acuerdos respecto a sus realidades sobre un evento. Los estudiantes coinciden en describir los cambios sobresalientes de la adolescencia, la mayoría de estos físicos y de fácil percepción.</p>

Fuente: Fragmento de clase

En las ideas de los estudiantes también se identifican posturas respecto a la interpretación del mundo físico y el mundo vivo, por ejemplo, ideas deterministas, teleológicas, espontaneistas, y funcionalistas, como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Posturas en relación con las ideas de cambio

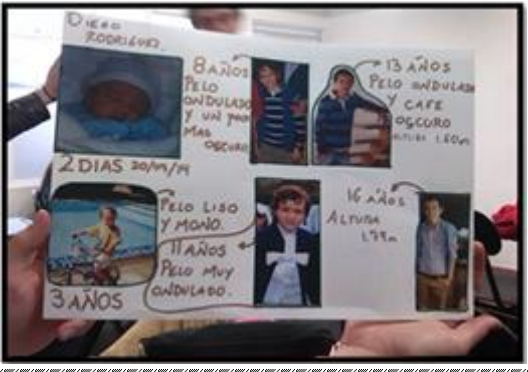
TESTIMONIO	COMENTARIO
	<p><i>Ideas deterministas</i>, se presentan en el preámbulo de la actividad en el aula. En este ejemplo, se relaciona el color del cabello con la presencia de melaninas y eumelaninas, los estudiantes establecen una relación de predicción de la mayor o menor pigmentación del cabello en relación con la mayor o menor cantidad de las proteínas.</p>
	<p><i>Ideas Teleológicas</i>, la formación tradicional en la escuela a través de los años ha dejado en el estudiante una forma de proceder, de preguntarse, en este caso buscando la finalidad de los cambios en la adolescencia.</p>

TESTIMONIO	COMENTARIO
<p>"Su color de piel se ha oscurecido", "Ha crecido excesivamente", "No ha tenido grandes cambios en la cara"</p>	<p><i>Ideas espontaneístas</i>, algunos estudiantes mencionan cambios sin establecer una causa para el mismo, sólo sucede espontáneamente.</p>
<p>¿para qué sirve el vello púbico?", dentro de las respuestas más comunes estuvo "el vello púbico puede ser cuestión de higiene", "puede prevenir infecciones", "sirve para saber tu madurez sexual, para proteger los órganos sexuales y volver el acto del sexo más suave y confortable",</p>	<p><i>Ideas funcionalistas</i>, los estudiantes enfatizan en la función del cambio, se busca dar razón del para qué del cambio, es decir, justificar la situación desde el funcionamiento de estructuras u órganos.</p>

Fuente: Fragmento de clase

Las primeras ideas acerca de los cambios en la adolescencia son construidas bajo tendencias que no posibilitan la integración de elementos y el reconocimiento de interacciones que tienen lugar en dichos cambios. Por otra parte, aunque no se trata de una postura claramente diferenciada, otra de las acciones que se desprende de las rutinas escolares es la cuantificación y la identificación de variables, ver Tabla 18.

Tabla 18. Las costumbres del aula en relación con las de cambio

TESTIMONIO	COMENTARIO
	<p><i>La cuantificación de variables</i>, es un hábito que el estudiante ha fortalecido como resultado de las experiencias escolares anteriores. Por ejemplo, en esta representación, el estudiante considera importante construir sus ideas comentando la medida de su altura en relación con la edad.</p>

Fuente: Esquema elaborado por un estudiante

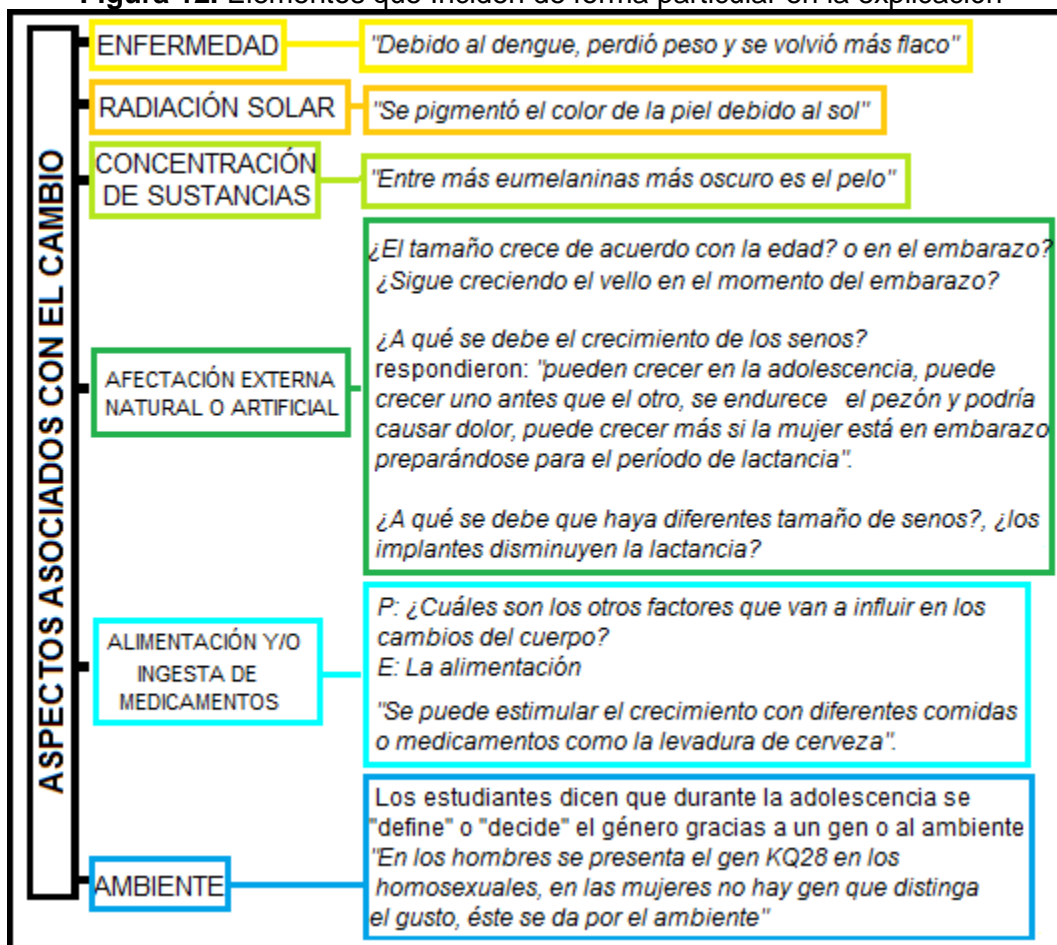
La Figura 11 resume las ideas de cambio que tienen los estudiantes en relación con factores internos y externos, la información se obtiene de la observación de sus ciclos de vida elaborados en casa y compartidos en clase. También hay ideas expresadas de forma particular por algunos estudiantes, éstas son mostradas en la Figura 12.

Figura 11. Cambios y variables expresadas por los estudiantes



Fuente: Construcción propia

Figura 12. Elementos que Inciden de forma particular en la explicación



Fuente: Construcción propia

Las ideas de los estudiantes dejan ver que entienden el cambio en el organismo relacionado con su contexto. En este sentido, todos los elementos que incluyen para explicarse a sí mismos y a sus compañeros no son de carácter lineal, exhiben diferentes relaciones que establecen entre el cambio y el tiempo, la edad, el género, la herencia, las sustancias presentes en el organismo, la alimentación, la enfermedad, la acción de factores ambientales y el evento del crecimiento.

A nivel general, los estudiantes relacionan los cambios corporales que se dan en su etapa de adolescencia con la edad, especificando también, que algunos de esos cambios solo se presentan o agudizan en uno de los géneros. Adicionalmente, reconocen cambios que no son observables físicamente, sino que dan cuenta de sus comportamientos, lo que permite sugerir que sus ideas respecto al cambio trascienden lo físico y observable, mostrando que se percatan de algunos comportamientos del cuerpo a nivel interno durante esta etapa de su vida.

En sus intervenciones, todos los estudiantes muestran que la información escuchada, observada o leída de fuentes como los medios de comunicación, la bibliografía, las vivencias propias o de personas cercanas, en su contexto escolar o cotidiano permean sus creencias relacionadas con el género, mostrando en algunos casos inclinación por conocer los asuntos que los involucran. Al solicitar a los estudiantes que seleccionen un cambio para profundizar en su estudio, las adolescentes escogen el crecimiento de los senos y los adolescentes el crecimiento del vello púbico o del vello axilar.

4.2 SELECCIONANDO SITUACIONES DE ESTUDIO: CRECIMIENTO DEL VELLO Y DE LOS SENOS

Después de explorar de forma general los cambios en la adolescencia, los estudiantes escogen dos situaciones particulares: “el crecimiento del vello (facial y púbico) y “el crecimiento de los senos” para ahondar en ellos. El desarrollo de otro estilo de actividades en el aula, diferentes a las tradicionales, motiva al estudiante para elaborar

nuevas formas de explicar un evento. Es decir, estas propuestas propenden por la generación de un proceso diferente de construcción de conocimiento, donde el estudiante deja de ser un actor pasivo y se convierte en protagonista, junto con sus compañeros, organizando ideas que aporten a la consolidación y la comprensión de lo que se está estudiando. Por otra parte, se aprende por convicción propia, por deseo de saber más sobre fenómenos de su interés particular y que vivencia directa y cotidianamente.

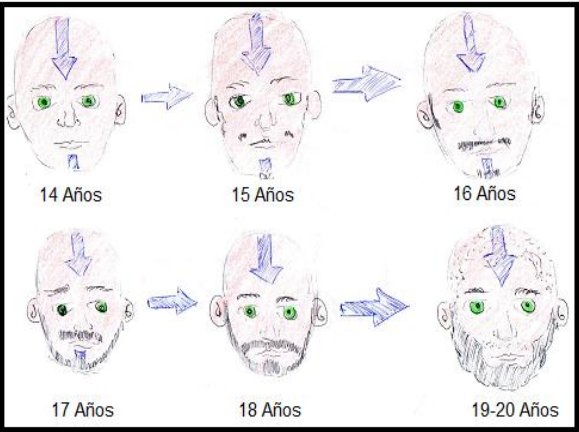
En el proceso de abordaje de situaciones particulares de estudio, es claro que no sólo a través de escritos se recrean las explicaciones, también diagramas, caricaturas e imágenes de diferente índole (algunas ofrecidas por la televisión) permiten generarlas. De esta forma, se hacen perceptibles los intereses que los adolescentes tienen en relación con los cambios que experimentan y con los propósitos de la clase de biología.



A partir de cinco criterios (descritos en la metodología), se muestra la interpretación y el análisis de la información que se obtiene durante la clase. Se emplean tablas para consolidar los testimonios en cada una de las situaciones de estudio seleccionadas por los estudiantes.

4.2.1 Elementos involucrados en las explicaciones

Los estudiantes describen condiciones internas y externas que provocan los cambios físicos en el organismo, involucrando diferentes elementos en su origen. Resaltan el tiempo, para algunos entendido como regulador del cambio físico, también, el crecimiento como evento relacionado con el cambio; otros factores que consideran de naturaleza interna son las condiciones genéticas, el género y la evolución, y de naturaleza externa como el medio ambiente y los agentes infecciosos, entre otros elementos. El análisis se realiza a partir de las situaciones de estudio seleccionadas por los estudiantes, el crecimiento del vello (púbico y axilar) y de los senos, expuestos en la Tabla 19 y en la Tabla 20 respectivamente.

Tabla 19. Elementos involucrados en las explicaciones sobre el crecimiento del vello


REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
<p>EL TIEMPO</p>	<p><i>“Este se desarrolla también en la adolescencia más o menos desde los 13 años en adelante este vello es más largo y grueso que el vello facial”</i></p> <p><i>“Con el tiempo el cabello se volvió liso”</i></p> <p><i>“Le creció vello facial a temprana edad”.</i></p> <p><i>“Esta etapa es de 11-12 años y en la adolescencia el vello axilar comienza a salir normalmente”</i></p> <p><i>“El vello púbico se desarrolla durante la pubertad entre los 11 y 21”</i></p> 	<p>El tiempo se toma como regulador del cambio, que hace posible y media las modificaciones de las estructuras.</p> <p>Como indicador del momento en el que suceden los cambios, asociándolo a una edad específica de la persona o a un período de tiempo comprendido entre una edad de inicio del cambio y una edad de finalización del mismo.</p> <p>Los estudiantes representan la forma como las diferentes estructuras u órganos de la cara se van modificando en el transcurrir del tiempo, representado los momentos por los que va pasando (edades), cambiando en el conjunto del rostro de manera gradual, mostrando un proceso, el cómo suceden los cambio paso a paso.</p>
<p>EL CRECIMIENTO</p>	<p><i>“¿Para qué es necesario el crecimiento del vello?”</i></p>	<p>Se establece como necesidad la presencia del cambio, haciendo alusión a que esta estructura, el vello, se vuelva más largo o abundante, con la idea que el cambio (crecimiento) le permita cumplir determinadas funciones.</p>
<p>GENÉTICA Y/O LA HERENCIA</p>	<p><i>“Como ya sabemos los padres heredan muchas de sus características a sus hijos, por eso es que muchas veces cuando el padre más que todo (testosterona) es de tipo velludo su hijo (varón) tiende a ser velludo ya sea corporal, facial, axilar o púbico”.</i></p> <p><i>“Depende cómo trabaja la hormona que está encargada de cada cambio del cuerpo y de la genética porque es diferente una familia en donde hay bastante vello corporal a una donde todos son lampiños”.</i></p>	<p>Para los estudiantes es explicable el hecho de que algunos presenten mayor cantidad de vello respecto a los otros, desde el punto de vista que esa característica es heredada de padres a hijos, haciendo más evidente dicho cambio.</p>

REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
<p>GÉNERO</p>	<p>(...) la salida de vello (nominado por los estudiantes también como cabello) varía de género a género, en cuanto a la cantidad y forma que este vello puede presentar, es normal que en el hombre crezca más que en la mujer, cuando se da lo contrario, cuando crece más en la mujer, eso es una anomalía”</p>  <p>The poster is titled "VELLO FACIAL" in large green and pink letters. It features two simple line drawings: a man on the left and a woman on the right. Below the drawings, there are three handwritten notes in black ink: <ul style="list-style-type: none"> → es uno de las caracteres sexuales secundarios → es una de las características físicas que nos diferencia entre hombres y mujeres → se da por el desequilibrio del cuerpo humano </p>	<p>La cantidad de vello es una característica que varía de hombres a mujeres, lo que los estudiantes describen como patrón es que en el género masculino hay mayor cantidad de vello que en el género femenino y no descartan la posibilidad de que se presente lo contrario, seguramente porque lo han observado en personas cercanas o en ellos mismos. Sin embargo, si no se da lo que se tiene como patrón se considera la evidencia de una anomalía, entendida como algo que no se debiera presentar.</p>
<p>LAS HORMONAS</p>	<p>¿Cómo ayuda la testosterona al brotamiento del vello?</p> <p>¿A qué se debe el vello facial? Respondiendo “se debe a unas hormonas causantes de éste las cuales se desarrollan en la edad adulta”</p> <p>“(…) esta androsterona es extraída de la orina del hombre y favorece el desarrollo sexual, es conocida como una hormona sexual masculina y tiene efectos sobre la madurez sexual, en el desarrollo del vello y la voz”.</p>	<p>Se considera como una causa del cambio la existencia de sustancias, llamadas hormonas, que se hacen visibles o actúan de mayor forma en una determinada edad y se presentan o no, o varía su cantidad dependiendo del género de la persona que experimente el cambio.</p>
<p>OTROS</p>	 <p>The comic strip consists of four panels: <ul style="list-style-type: none"> Top-left: "LOS MONOS" with "Juan" and "Pedro" written below. A drawing of a monkey is shown. Top-right: "LOS GITOS" with "Juan" and "Pelo" written below. A drawing of a dog is shown. Bottom-left: "LOS OROS" with "Juan" and "Pelo" written below. A drawing of a man is shown. Bottom-right: "POR QUÉ? COTE" with "Solo Tiene Pelo" written below. A drawing of a man is shown with question marks around him. A speech bubble says "A CAUSA DE LA MADUREZ". </p>	<p>Un estudiante construye una explicación sobre el crecimiento del vello en relación con un ejercicio de comparación en cuanto al parentesco que existe entre diferentes especies de una misma clase: los mamíferos, incluido el hombre, por lo que nombra particularmente a uno de sus amigos de clase llamado “Cote”.</p>

Respecto al crecimiento de los senos, las adolescentes involucran elementos similares a los considerados en lo referente al crecimiento del vello, los resultados en Tabla 20.

Tabla 20. Elementos involucrados en las explicaciones sobre el crecimiento de los senos

REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
EL TIEMPO		<p>Nuevamente el tiempo se considera como indicador y regulador de un proceso de cambio en relación con las etapas de vida de una personas. Para este caso las estudiantes muestran que además los cambios generan ciertos sentimientos en su auto imagen y expectativas por la transformación corporal a través de los años.</p>
EL CRECIMIENTO		<p>El crecimiento es otro factor que produce cambios, por ejemplo, la imagen muestra que una persona cambia no solo de tamaño, sino que además presenta de cierta manera actitudes diferentes desde la niñez hasta la vejez. Por otra parte, construyen una explicación sobre el cambio de los senos a partir de diferentes factores como la edad, el cambio del órgano y las posibles modificaciones quirúrgicas.</p>
GENÉTICA Y/O HERENCIA	<p>•La distribución genética de la grasa corporal juega un rol importante en el crecimiento de los senos. Así que el tamaño que alcanzan los mismos en la pubertad es sumamente variable entre los individuos.</p> <p>•Una mujer que está predispuesta a tener poca grasa corporal en el pecho tendrá senos pequeños. Esto no afecta la funcionalidad de los tejidos o la habilidad para la lactancia.</p>	<p>A lo largo de las clases, los estudiantes procuran construir explicación para el cambio a partir de diferentes causas donde el factor genético es una de estas. Se reconoce que hay una variación particular en el organismo, que la condición de ninguna manera es igual.</p>

REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
GÉNERO	<i>¿Por qué los senos crecen más en la mujer que en el hombre?</i>	En esta pregunta los estudiantes ponen en juego una diferencia de género y se preguntan las razones por las cuales crece más el órgano en la mujer y no en el hombre bajo la condición de que ambos presentan en ese sentido una anatomía similar hasta cierto punto.
LAS HORMONAS		En un momento la pregunta por un cambio en un órgano externo lleva a las estudiantes a preguntarse lo que le ocurre al organismo de forma interna para dar cuenta del crecimiento de dicho órgano. De esta manera consultan y explican al resto del grupo la presencia del estrógeno en el organismo y las características del mismo.

Fuente: Construcción propia a partir de los hallazgos en el aula

Cuando los estudiantes explican los cambios involucran diferentes elementos, el tiempo, el crecimiento, la genética (y herencia), el género y las hormonas, entre otros; dando cuenta de múltiples causas o relaciones entre estos elementos y los senos o el vello como órganos y estructuras que cambian. De esta forma, la visión de organismo que tienen los estudiantes es la de un sistema abierto, según lo describe Morin (1983), se involucran las interacciones, la organización y el surgimiento de propiedades emergentes, como es en este caso, la modificación de lo que se está estudiando.

El tiempo es uno de los elementos más sobresalientes en las producciones de los estudiantes, está presente bien sea para describir el inicio de un cambio “*el vello sale alrededor de los 11 años*” o para dar cuenta de su regulación “*el vello púbico se*

desarrolla durante la pubertad entre los 11 y 21". "las interacciones e interrelaciones en los organismos vivos también se ven reguladas por el tiempo, el tiempo de las morfogénesis y de los desarrollos" (Morín, 1981, p.108)

Puntualmente Morín (1981, p.108) describe diferentes tiempos presentes en el hombre y el resto de los seres vivos así: "el tiempo de la desintegración (la senectud, que por la vía de la muerte conduce a la descomposición)", idea presente en los estudiantes cuando muestran cómo el adolescente se va volviendo adulto o cuando escriben refiriéndose a los senos "*se comienzan a desarrollar en las niñas a los 10 años*" y "*en la vejez se reduce su tamaño*"; luego, se confirma que el tiempo afecta la naturaleza del organismo.

El crecimiento se interpreta como un evento natural, propio de los seres vivos, en algunos casos se insinúa que el cambio es una causa para que el crecimiento se lleve a cabo, mientras que en otros se reconoce al cambio como consecuencia de un proceso que involucra el crecimiento, por ejemplo mencionan "*las hormonas ayudan al proceso en el que crece el vello púbico*".

Los elementos no se nominan unos aislados de los otros; la genética (y herencia) es entendida como las características, principalmente físicas, que los padres transfieren a sus hijos, para los estudiantes los cambios son más pronunciados (ejemplo mayor cantidad de vello, aumento del tamaño de los senos) si uno de sus padres posee determinada característica. Adicionalmente, se asocian dichas características directamente con el género, conciben que hay cambios propios de los hombres o de las mujeres, y aun cuando los dos, por ejemplo, posean vello señalan que éste se encuentra en mayor cantidad en los hombres; de igual manera, mencionan que aunque los dos tengan mamas, en la mujer crecen más que en el hombre.

Otro elemento que es significativo para los estudiantes en el momento de explicar los cambios es la presencia de hormonas en el organismo, algunos las toman como una de las causas del cambio, por ejemplo manifiestan "*¿por qué sale el vello púbico?, y se*

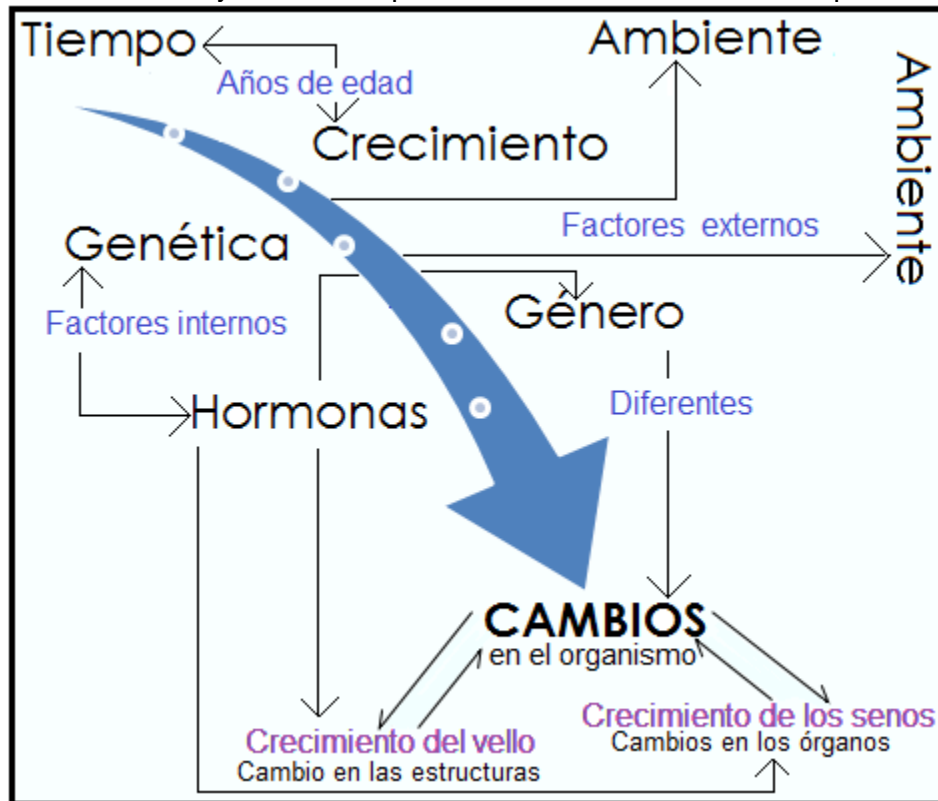
responden *“sale por el cambio hormonal”*, en otro testimonio sobre los senos, dicen *“estos crecen por el estímulo de las hormonas sexuales que hacen crecer las mamas y esto aumenta la producción de tejido adiposo”*; otros le explican a sus compañeros que las hormonas de niñas y niños son diferentes, y que sirven para distinguirlos, específicamente en un texto escriben *“pues las mujeres producen algo especialmente en la adolescencia y es una hormona llamada estrógeno y ésta es producida en los ovarios durante toda la vida de la mujer”*; se sugiere la existencia de algunas sustancias, presentes en un género específico y del lugar donde se produce, sin embargo, en este momento no se evidencia una concepción sobre dichas sustancias.

Las explicaciones que se construyen, como lo menciona Gómez (2011) son situadas y contextualizadas, surgen de eventos que los estudiantes han vivenciado directamente o han observado en personas cercanas (se basan en evidencias, característica de las explicaciones en ciencias) como por ejemplo, la salida y el crecimiento del vello axilar, púbico o facial en ellos y sus hermanos, apreciar que algunos de sus amigos son lampiños, que las niñas tienen los senos pequeños pero en su desarrollo crecen, que en las abuelitas se disminuye el tamaño de los senos, entre otros. Además, las explicaciones son entendidas como “un acto que intenta hacer algo claro, entendible o inteligible. En su elaboración influyen las circunstancias y las razones por las que se producen, buscando resolver un problema, enigma o dificultad” (Stephen Norris, 2005 citado por Gómez 2011, p 523).

Por otro lado, estas explicaciones surgen de desarrollar un ejercicio de comparación de los rasgos físicos de los estudiantes con los de sus padres y de la realización de una línea de tiempo en donde también se comparan así mismos en diferentes momentos o etapas de su vida, desencadenando una serie de preguntas o cuestionamientos, que en términos de Gómez (2011) colaboran en generar experiencias significativas cuando se estudian fenómenos biológicos

En la Figura 13 se sintetizan los elementos que involucran los estudiantes para dar cuenta del cambio que se produce cuando crecen el vello y los senos.

Figura 13. Elementos y relaciones que establecen los estudiantes respecto al cambio



Fuente: Construcción propia

4.2.2 Origen de la explicación

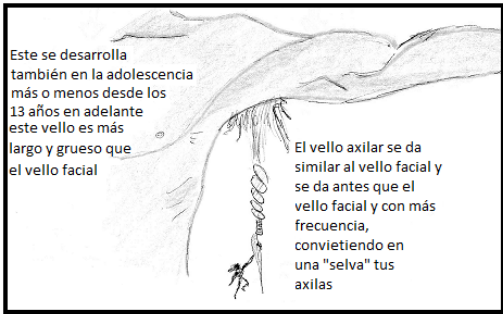
En la actividad de aula se aprecia un conjunto de elementos que dan origen a las explicaciones sobre el cambio en los adolescentes. Entre estos elementos, sobresalen las vivencias, sus intereses, el trabajo de pares, la construcción colectiva, la propuesta del aula, la consulta bibliográfica, las diferentes fuentes de información, el contexto socio cultural, entre otros, éstas se reconocen como las “condiciones de posibilidad” en las que emergen las explicaciones.

La Tabla 21 muestra las explicaciones que surgen acerca del crecimiento del vello facial, axilar y/o púbico, y de los senos teniendo en cuenta los elementos que dan origen a las explicaciones.

Tabla 21. Origen de las explicaciones sobre el crecimiento del vello


REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
LAS VIVENCIAS	<p><i>“Padre me salieron pelos en mis testículos” preguntándole enseguida “¿por qué pasara eso y para qué sirve?”</i></p>	<p>Esta situación de estudio no es lejana para los estudiantes, es algo que todos experimentan como parte de los cambios naturales que se presentan en su cuerpo, por esta razón, es que les motiva a saber más sobre el cambio para comprender lo que sucede.</p>
INTERESES PARTICULARES	<p><i>¿A qué se debe que ciertas personas tengan más vello que otras?</i></p>	<p>De acuerdo a las vivencias que se han tenido o a situaciones observadas en otros, se generan inquietudes respecto a las variaciones que se puedan presentar entre diferentes individuos cuando se experimenta un mismo cambio.</p>
CONSTRUCCIÓN COLECTIVA	<p>Un joven representó al padre contestándole a su hijo <i>“eso se llama vello púbico y sirve para regular la temperatura en el pene y los testículos, aunque es minimizado porque puede traer problemas para la producción de espermatozoides, también sirve para evitar el contagio de enfermedades aunque la moda de hoy en día es depilarse estas zonas, por higiene”</i>.</p> <p><i>P: Bueno y ¿cómo van con su explicación?</i> <i>E: estamos armando la presentación con estas preguntas: ¿qué es una hormona? ¿Qué es el vello púbico? ¿De dónde vienen las hormonas? ... estamos mirando aquí, que la testosterona es liberada, y que la hipófisis regula la liberación de algunas hormonas...</i> <i>P: esa es la idea empezar a generar la comprensión de cómo actúan las hormonas durante los cambios corporales.</i> <i>E: también intervienen los andrógenos</i> <i>P: ¿y qué son los andrógenos?</i> <i>E: son hormonas de los hombres</i></p>	<p>Algunas de las ideas que presentan los estudiantes sobre el porqué de los cambios o las funciones de los mismos se originan de información suministrada por personas cercanas, ya sea familiares, amigos, compañeros de la escuela o el mismo docente</p> <p>Posterior a la pregunta de la docente, en la explicación los estudiantes afirman que los cambios físicos son causados por las hormonas como la testosterona y otros andrógenos; ideas afianzadas o complementadas con la participación de los diferentes actores del aula.</p>

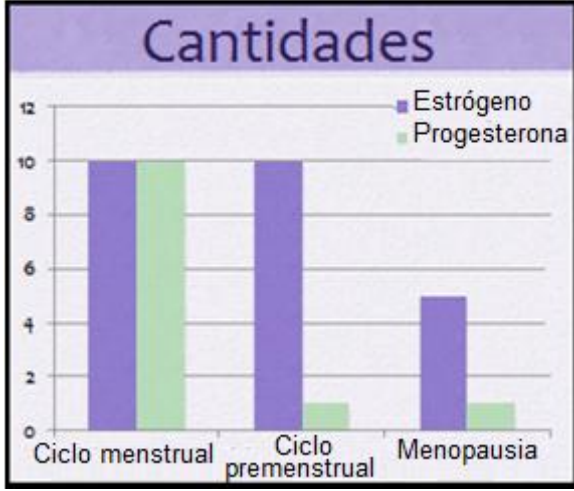
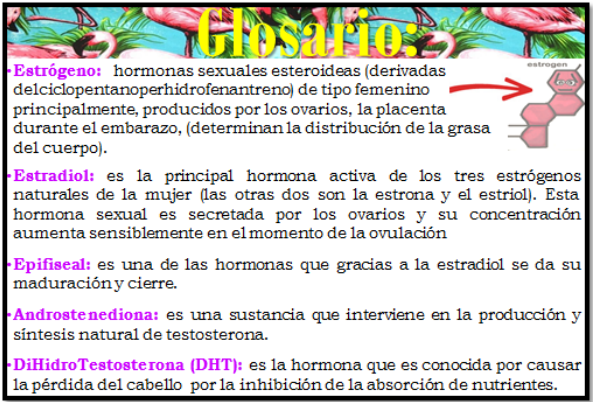
REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
	<p><i>P: ¿y sólo los hombres tienen andrógenos?</i></p> <p><i>E: no</i></p> <p><i>P: por ejemplo cuando ustedes hablan de que son responsables del vello en el hombre, entonces cómo se explican que las mujeres tengan ese vello? Entonces, ¿cómo explican que los hombres tengan más vello corporal?</i></p>	
<p>PROPUESTA DE AULA</p>	<p><i>¿A qué se debe que ciertas personas tengan más vello que otras?</i></p> <p><i>¿En qué parte es más abundante el vello?</i></p> <p><i>¿A qué edad se da y por qué?</i></p> <p><i>¿A qué se debe que unas personas produzcan más vello que otras?</i></p>	<p>La estrategia puesta en el aula, el compararse con otros a partir de la observación de fotos, el observarse a sí mismo en diferentes etapas de la vida, el socializar con los compañeros permite que los estudiantes se cuestionen por lo que les sucede, promueve la búsqueda de explicaciones con el objetivo de satisfacer sus propios intereses, contrario a darle gusto al docente y responder lo que él quisiera escuchar para valorar el aprendizaje de su estudiante.</p>
<p>CONSULTA BIBLIOGRÁFICA</p>	<p><i>“Los andrógenos son hormonas sexuales masculinas que corresponden a la testosterona, la androsterona y la androstendiona, son hormonas esteroideas”,</i></p>	<p>Se nombran diferentes sustancias como resultado de consultas realizadas, ubicando una posible clasificación de las sustancias responsables de los cambios.</p>
<p>INFORMACIÓN DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN</p>	<p><i>“¿Qué reacciones produce al crecer el vello?”</i></p>	<p>Describen como respuesta los sentimientos que pueden tener las personas como sentirse mayor de edad o sentir asco, permitiendo considerar que los cambios pueden generar situaciones emotivas, posiblemente porque se promueve en los medios de comunicación un prototipo de hombre o mujer que se afeita las axilas para estar a la moda</p>

REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
CONTEXTO SOCIO CULTURAL	 <p>Este se desarrolla también en la adolescencia más o menos desde los 13 años en adelante este vello es más largo y grueso que el vello facial</p> <p>El vello axilar se da similar al vello facial y se da antes que el vello facial y con más frecuencia, convirtiéndose en una "selva" tus axilas</p> <p><i>"El cambio se da si la persona se afeita el vello axilar para que crezca más rápido"</i></p>	<p>De acuerdo a las vivencias y a lo que se observa en los otros se conciben ideas ya estandarizadas socialmente respecto a las cualidades del vello, dependiendo de la parte del cuerpo donde crezca y a la edad del individuo que experimenta el cambio; también se enuncian analogías para describir el estado del vello, el término selva, presuntamente se usa para indicar una cantidad exagerada de vello.</p> <p>Argumentan que el cambio se puede promover si la persona usa una cuchilla para afeitarse, lo afirman porque tienen la creencia que esto realmente sucede.</p>

Fuente: Construcción propia a partir de los hallazgos en el aula

Tabla 22. Origen de las explicaciones sobre el crecimiento de los senos

REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
LAS VIVENCIAS	<p>¿Por qué el aumento de los senos se ve más en unas mujeres que en otras?</p>  <p>Esto depende de la genética que tenga ella o también se debe a la masa corporal y la grasa que tenga en el cuerpo.</p>	<p>Las ideas expresadas en el diagrama corresponden con la realidad de las niñas quienes en la cotidianidad presentan muchas inquietudes acerca del cambio en sus senos, por ejemplo, es típica en las adolescentes la preocupación por el tamaño y por el momento en que se hacen visibles los senos.</p>
INTERESES PARTICULARES	<p><i>"¿Por qué el aumento de los senos se ve más en algunas mujeres que en otras?"</i></p>	<p>En este caso las vivencias guardan relación con los intereses particulares de las adolescentes, quienes reiteran su preocupación por el tamaño de las mamas.</p>

REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
<p>CONSTRUCCIÓN COLECTIVA</p>	 <p>“el estrógeno se une con factores estrogénicos alfa de las glándulas mamarias”.</p>	<p>Algunas niñas se interesan por explicar el crecimiento de los senos, resaltando que las hormonas varían su concentración durante las diferentes etapas de la vida de la mujer o por períodos menstruales, el cambio (crecimiento de los senos) se da por unas condiciones puntuales como las que constan en el testimonio.</p>
<p>PROPUESTA DEL AULA</p>	<p><i>El desarrollo de senos ¿por qué se da? ¿Cuál es el fin de esto? “¿Sirven para algo más aparte de amamantar al bebé?”</i></p>	<p>La forma en que se plantean las preguntas los estudiantes muestra costumbres que se han formado en muchas ocasiones en la escuela no necesariamente en el aula de ciencias naturales, sino en el ambiente de aula en general.</p>
<p>CONSULTA BIBLIOGRÁFICA</p>	 <p>Estrógeno: hormonas sexuales esteroideas (derivadas del ciclo pentano-perhidrofenantreno) de tipo femenino principalmente, producidos por los ovarios, la placenta durante el embarazo, (determinan la distribución de la grasa del cuerpo).</p> <p>Estradiol: es la principal hormona activa de los tres estrógenos naturales de la mujer (las otras dos son la estrona y el estriol). Esta hormona sexual es secretada por los ovarios y su concentración aumenta sensiblemente en el momento de la ovulación</p> <p>Epifiseal: es una de las hormonas que gracias a la estradiol se da su maduración y cierre.</p> <p>Androstenediona: es una sustancia que interviene en la producción y síntesis natural de testosterona.</p> <p>DiHidroTestosterona (DHT): es la hormona que es conocida por causar la pérdida del cabello por la inhibición de la absorción de nutrientes.</p>	<p>La forma de acercarse a la bibliografía más precisa permitió que los estudiantes fueran enriqueciendo su vocabulario y ajustando su lenguaje con la incorporación de nuevos términos acerca de las hormonas que intervienen en los cambios durante la adolescencia.</p>
<p>INFORMACIÓN DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN</p>	<p><i>¿Una mujer con prótesis puede afectar la lactancia? “no ya que las prótesis se colocan en el músculo pectoral ya que el pezón no sufre ningún tipo de alteración”.</i></p>	<p>Es evidente que medios de comunicación como la televisión generar inquietudes en los adolescentes acerca de las modificaciones en las glándulas mamarias producto de la cirugía plástica.</p>

REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
CONTEXTO SOCIO CULTURAL	<p>Se les pregunta por los momentos en los cuales han escuchado de las hormonas,</p> <p><i>E: en la pubertad</i></p> <p><i>E: en la clase</i></p> <p><i>P: ¿sólo en la clase?</i></p> <p><i>E: no, cuando le dicen “bájele a las hormonas”</i></p> <p><i>E: “tiene las hormonas alborotadas”</i></p>	<p>Las respuestas anteriores reiteran cómo el entorno de los sujetos permea las ideas que estos tienen acerca de los fenómenos hormonales.</p>

Fuente: Construcción propia a partir de los hallazgos en el aula

Al interpretar los elementos que inciden en el origen de las explicaciones, se encuentra que todos pueden integrarse en la propuesta de aula, si la clase se orienta desde una dinámica que invite a la construcción colectiva vinculando las ideas, vivencias e intereses de los estudiantes. Por esta razón, es relevante reflexionar en torno al cómo se organiza el estudio de un fenómeno. En el presente trabajo la secuencia de aula y las actividades propuestas facilitan la participación de los estudiantes llevándolos a expresar sus ideas con tranquilidad, de forma natural, sin sentirse cohibidos ni juzgados, logrando, como lo menciona Gómez (2005), una negociación de las experiencias y de los significados de éstas, tanto con sus compañeros como con la docente. En este sentido, el siguiente fragmento de clase es testimonio de la construcción colectiva cuando se propicia una explicación en la cual diferentes estudiantes participan activamente.

P: han dicho cosas interesantes, es una sustancia, esa sustancia es una proteína y viaja por la sangre.

E: pueden estar por el cuerpo, o sea las hormonas atraen a los animales

E: se pueden liberar hormonas

P: bueno, entonces, ¿por qué las hormonas generan cambios en el cuerpo?

E: porque las proteínas estimulan cambios en el cuerpo

P: ¿las hormonas son las únicas proteínas que tenemos en el cuerpo?

E: no

P: ¿dónde más hay proteínas?

E: en los alimentos

P: no han dado respuesta a lo primero que he dicho

E: porque estimulan las células

P: ojo, Thomas qué dices atrás

E: estimulan también los órganos.

Las actividades propuestas a los estudiantes como comparar las características observadas en las fotos, identificar en qué se parecen a sus padres, determinar si en el transcurrir del tiempo ellos mismos conservan algunas características, asociar diferentes elementos a los cambios y expresar dichas relaciones, llegar al consenso respecto a lo que son las hormonas y su incidencia en los cambios; llevan a los estudiantes a “la confluencia de diversos procesos cognitivos” Gómez (2005, p.157). Lo anterior, permite la ampliación de las ideas y la generalización de diferentes aspectos involucrados en la explicación de los cambios que se presentan en los adolescentes, y en especial sobre el papel de las hormonas en el crecimiento del vello y de los senos.

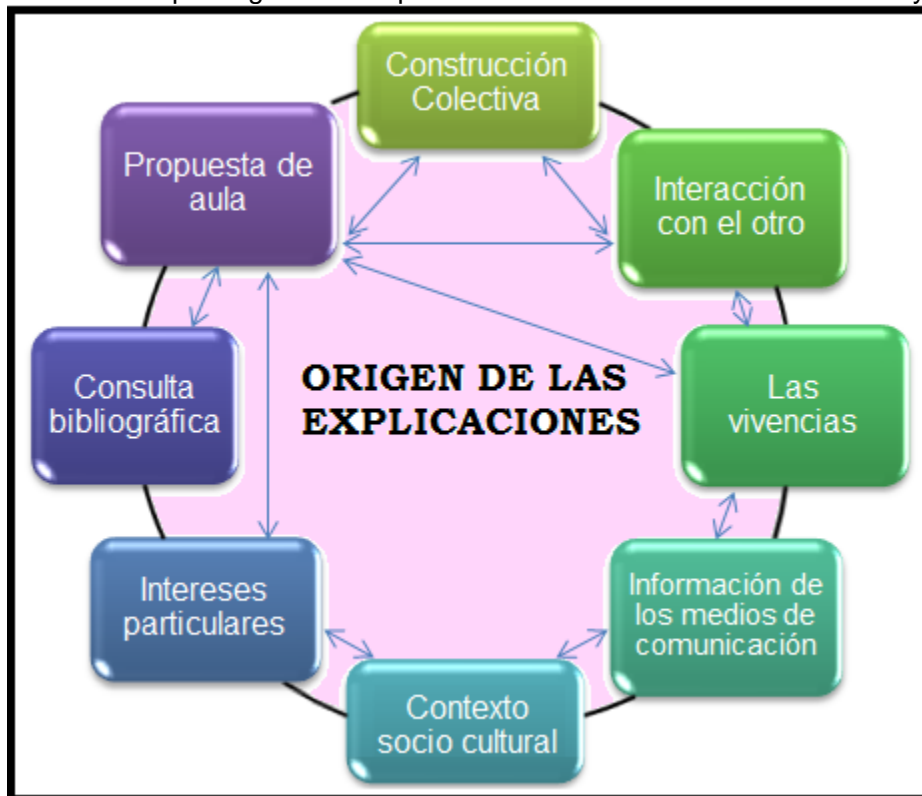
En ese camino de la generalización y comprensión de un cambio en particular, en los senos o en el vello, enmarcado dentro de los cambios del organismo como un todo, como un sistema, se presenta la necesidad en los estudiantes de “definir” algunos términos. Esta definición ocurre de manera distanciada a la enunciación, por el contrario, se define con el propósito de comprender. El surgimiento de esta situación se da por el deseo de los estudiantes de saber más, para resolver sus interrogantes e inquietudes, por ejemplo, *¿Por qué a unas personas les sale más vello que a otras?, ¿por qué el vello púbico sale a una edad determinada?, ¿por qué el aumento de los senos se ve más en algunas mujeres que en otras?, ¿una mujer con prótesis puede afectar la lactancia?* Los estudiantes comparan información consultada y expresan lo que han escuchado sobre el tema, ya sean ideas propias del conocimiento científico, del conocimiento escolar, del conocimiento cotidiano o creencias de la gente.

Por otro lado, “el aporte de los diferentes modos comunicativos en una explicación, muestran que la función docente es esencial durante la elaboración de las explicaciones” Gómez (2005, p. 529), es por esto que, en la propuesta de aula la docente se visualiza como un agente negociador de las representaciones de los

estudiantes y orienta de manera continua la construcción de los materiales que presentan en sus ejercicios de socialización, reorientándolos si es necesario para que haya una mejor comprensión, y por lo tanto una explicación más amplia. Barnes (1971) señala al respecto, que el aprendizaje se da no solo al escuchar, sino que para que éste se presente se deben expresar opiniones, defender puntos de vista, discutir entre pares y entre profesor y estudiante; acciones que se posibilitan en esta actividad de aula cuando se estudian los cambios en la adolescencia.

Los estudiantes por su parte son sujetos activos en la construcción de explicaciones, para tomar este rol es necesario que se sientan motivados por los fenómenos de estudio, allí es donde sus vivencias e intereses particulares hacen que el conocer adquiera sentido, para que consideren que el aprender es útil en la resolución de sus inquietudes y comprender la dinámica de su organismo; además, de optar por una posición crítica respecto a la información que puedan escuchar o revisar en diferentes fuentes de información, como textos de consulta o medios de comunicación.

Figura 14. Condiciones que originan las explicaciones sobre el crecimiento del vello y de los senos



Fuente: Construcción propia

La generación de condiciones en el aula que promueven la participación activa de los estudiantes también incide en la generación de autoconfianza, brindándoles a los estudiantes autonomía en sus procesos de aprendizaje, implicando mayor compromiso de su parte en la construcción de conocimiento. La Figura 14, resume las condiciones de posibilidad en las cuales emergen las explicaciones.

4.2.3 Forma de interpretar el mundo

En las explicaciones de los estudiantes emergen diferentes posturas para dar cuenta de su visión de mundo de la cual posiblemente no son conscientes; sin embargo, éstas pueden emerger en los niveles iniciales de su explicación o como producto del ambiente escolar que han experimentado.

Algunas de las visiones deterministas, teleológicas, holísticas o sistémicas, respecto a el crecimiento del vello se manifiestan en las explicaciones de los estudiantes como se describe en la Tabla 23.

Tabla 23. Posturas presentes en las explicaciones sobre el crecimiento del vello

REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
DETERMINISTA	<i>“Depende como trabaje la hormona que está encargada de cada cambio del cuerpo y de la genética porque es diferente una familia en donde hay bastante vello corporal a una donde todos son lampiños”</i>	Se considera como condiciones para llegar a predecir la presencia o no de un cambio, la acción de las hormonas y la información genética que fue heredada de padres a hijos.
TELEOLÓGICO	<i>¿Para qué es necesario el crecimiento del vello? ¿Desde qué edad empiezan a crecer los vellos? ¿Por qué y para qué sirven? “Eso se llama vello púbico y sirve para regular la temperatura en el pene y los testículos, aunque es minimizado porque puede traer problemas para la producción de espermatozoides (...)”</i>	Se relaciona directamente el cambio con una finalidad o necesidad de que éste se lleve a cabo, inicialmente originando cuestionamientos al respecto que incentivan al estudiante a comprender la funciones de dicho cambio. El testimonio también da cuenta de lo teleológico, al referirse a la función del vello.

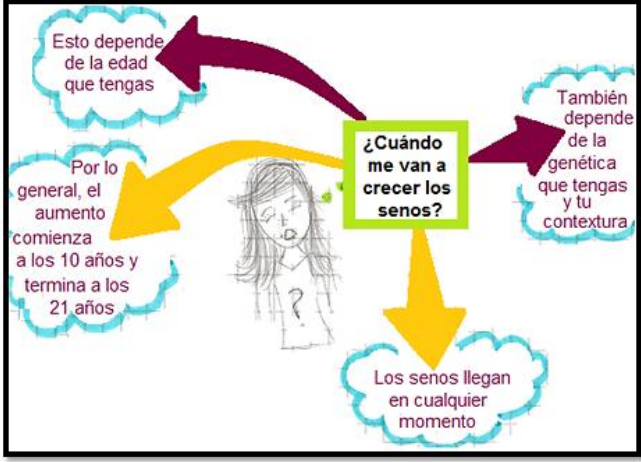

REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
HOLÍSTICO	<p>“La hipófisis es una glándula se ubica abajo del encéfalo tiene como función envía mensajes químicos, información, vía sanguínea hacia las células donde están los tejidos del área púbica y lo que hacen estas hormonas es atravesar el tejido celular y entran al núcleo, y el ADN ese mensajero lo que lleva es que hay un cambio es el crecimiento del vello”,</p>	<p>En sus explicaciones se concibe una visión de partes incluidas en un todo, las partes: el núcleo, las células, los tejidos y los órganos, todos con una organización tal que permiten que se den los cambios físicos.</p>
SISTÉMICO		<p>Las ideas expresadas por los estudiantes involucran elementos para explicarse los cambios.</p> <p>En el ejercicio se observa que al estudiar el vello axilar relacionan factores internos y externos, diferentes sustancias de naturaleza diversa, partes del cuerpo, el evento del crecimiento, la temporalidad del cambio, creencias; permitiendo ver posibles relaciones de jerarquización y dependencia entre aspectos naturales y sociales.</p>

Fuente: Construcción propia a partir de los hallazgos en el aula

Al explicar el crecimiento en los senos, se reconocen algunas visiones deterministas, teleológicas, holísticas o sistémicas, como las que se exponen en la Tabla 24.

Tabla 24. Posturas presentes en las explicaciones sobre el crecimiento de los senos

REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
DETERMINISTA	<p>“Cuándo me van a crecer los senos” e indicaron como posible respuesta “depende de la genética que tengas y tu contextura”</p>	<p>Las estudiantes consideran que el tamaño de los senos se puede llegar predecir dependiendo de las características que las niñas hereden de su madre.</p>

REFERENCIA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
TELEOLÓGICO	<p><i>El desarrollo de senos ¿por qué se da? ¿Cuál es el fin de esto? “¿Sirven para algo más aparte de amamantar al bebé?”</i></p>	<p>Las preguntas iniciales del trabajo en aula develan una forma finalista en su planteamiento, lo que tiende a la teleología de las explicaciones.</p>
HOLÍSTICO		<p>La explicación acerca del crecimiento de los senos parte de la inquietud propia de una adolescente, quien da respuesta por medio de todos los factores que relaciona con el evento cuestionado. De este modo se incluye la edad, las etapas de crecimiento y la genética como posibles razones del cambio en las mamas.</p>
SISTÉMICO		<p>Se consideran como sistémicas las explicaciones de los estudiantes donde se establecen relaciones entre diferentes elementos como este ejemplo en el cual la estudiante construye una relación entre el crecimiento, el tiempo, los implantes y las glándulas mamarias.</p>

Fuente: Construcción propia a partir de los hallazgos en el aula

En algunas de las explicaciones los estudiantes manifiestan rasgos del determinismo y de la teleología. El determinismo entendido como la predictibilidad o anticipación acerca del comportamiento de las cosas a partir de condiciones iniciales, se evidencia cuando se relaciona el crecimiento del vello o de los senos con condiciones como la genética, al tener la predisposición de poseer mayor o menor cantidad de vello, o

mayor o menor tamaño en los senos, de acuerdo con la forma como se presentan estas características en los progenitores y que por ende son heredadas a sus hijos. También se exponen ideas deterministas cuando se explica que el cambio se da o no dependiendo de la presencia o ausencia de una hormona particular que lo regula.

También, y con mayor frecuencia, se exhiben ideas y cuestionamientos que dan cuenta de los principios de la teleología, los estudiantes presentan gran insistencia en preguntar el porqué de los cambios, para ellos es relevante conocer la finalidad tanto del crecimiento de los senos como del vello. Por ejemplo, en una historieta un estudiante describe a un adolescente sorprendido ante un cambio de su cuerpo, le comenta al papá *“Padre me salieron pelos en mis testículos”* preguntándole enseguida *“¿por qué pasara eso y para qué sirve?”* Generalmente, se busca justificar la presencia del órgano o la estructura en función de su finalidad.

Contrario a las visiones clásicas expuestas anteriormente, también se encuentra que los estudiantes construyen explicaciones holísticas y sistémicas, en donde los cambios se comprenden como situaciones contextualizadas en las cuales hay diferentes elementos que se involucran y relacionan. Las estructuras (el vello) y los órganos (los senos, entre otros) no se reconocen de forma aislada, se conciben como partes de un todo, de un sistema dinámico, que se está modificando de acuerdo con condiciones internas y externas que experimenta, donde la multicausalidad es un referente para dichos cambios, explicados desde su condición final y en retrospectiva para entender lo que sucede para llegar a esa condición, es decir, contemplan el proceso y las causas (varias).

Aun cuando las visiones clásicas para comprender el mundo han sido revaluadas en la historia de la ciencia y de la construcción del conocimiento, en este trabajo son relevantes junto con las visiones contemporáneas, ya que permiten interpretar la manera de pensar de los estudiantes cuando se explican los cambios que suceden en su organismo.

La Figura 15 es una síntesis de las formas de interpretar el mundo presentes en las explicaciones que hacen los estudiantes acerca de los cambios en la adolescencia.

Figura 15. Posturas sobre la interpretación del mundo vivo en las explicaciones del crecimiento del vello y de los senos



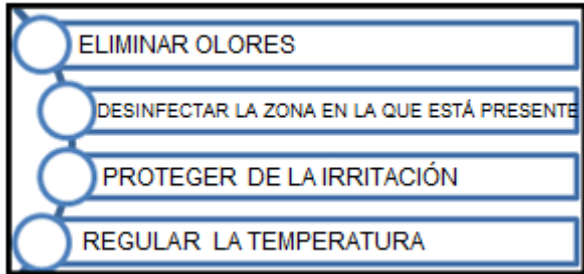
Fuente: Construcción propia

4.2.4. Forma de interpretar el mundo vivo

En el ámbito biológico, los estudiantes también asumen algunas posturas para dar cuenta del cambio en el cuerpo humano, algunas de estas se mantienen hasta finalizar la propuesta de aula, mientras que otras son re direccionadas por ellos mismos como resultado de la construcción colectiva entre pares, el diálogo con el conocimiento de la docente, el acercamiento a la bibliografía pertinente y la solución de los propios cuestionamientos, entre otros aspectos.

En la Tabla 25 se presentan las ideas que tienen los estudiantes sobre las diferentes visiones del mundo vivo cuando explican el crecimiento del vello.


Tabla 25. Posturas sobre el mundo vivo en las explicaciones acerca del crecimiento del vello

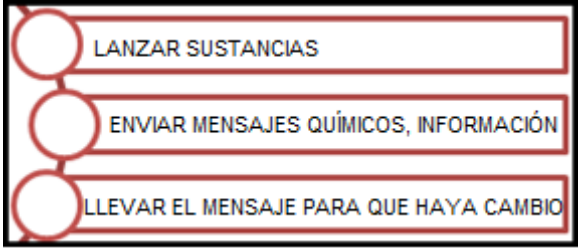

REFERENCIA	TESTIMONIO	COMENTARIOS
ESPONTANEISTA	No se presenta	No se presenta
ANATÓMICO	<p>El vello púbico sirve para “evitar brotes en la piel”, como mecanismo que “regula la temperatura” o que “protege la piel”.</p> <p>Las feromonas “son captadas en el vello púbico cuando las glándulas sudoríparas producen una secreción inodora sobre la piel combinada con sustancias secretadas por las glándulas sebáceas”.</p>	<p>Cuando se asocia el cambio con sus funciones necesariamente vinculan al órgano piel, debido a que el vello es una estructura presente en éste.</p>
ESTRUCTURALISTA	<p>“El vello axilar se da similar al vello facial y se da antes que el vello facial y con más frecuencia convirtiendo en una selva tus axilas”</p>	<p>El vello se reconoce como una estructura que crece de la piel (órgano), ya sea en la cara o en la axila.</p>
FUNCIONALISTA		<p>Existe la tendencia a relacionar directamente el cambio con las funciones que éste pueda desempeñar, cuando se refieren al crecimiento del vello le asocian múltiples funciones.</p>
ORGANICISMO	<p>“La hipófisis es una glándula se ubica abajo del encéfalo... y tiene como función envía mensajes químicos, información, vía sanguínea hacia las células donde están los tejidos del área púbica y lo que hacen estas hormonas es atravesar el tejido celular y entran al núcleo, y el ADN ese mensajero lo que lleva es que hay un cambio y ese cambio es el crecimiento del vello”.</p>	<p>Para explicar el cambio se involucran diferentes niveles de organización de los seres vivos, como los órganos (el encéfalo, las glándulas), los tejidos, las células y orgánulos como el núcleo, dando cuenta de una organización biológica.</p>

Fuente: Construcción propia a partir de los hallazgos en el aula

En la búsqueda de explicaciones sobre el crecimiento de los senos, las adolescentes también exhiben algunas ideas sobre las visiones del mundo vivo, las cuales se exponen en la Tabla 26.

Tabla 26. Posturas sobre el mundo vivo en las explicaciones acerca del crecimiento de los senos

REFERENCIA	TESTIMONIO	COMENTARIOS
ESPONTANEISTA	<p>Se cuestionan <i>¿a qué se debe el crecimiento de los senos?</i>, respondiendo <i>“pueden crecer en la adolescencia, puede crecer uno antes que el otro, se endurece el pezón”</i></p>	<p>De alguna forma la respuesta a esta pregunta no deja ver una posible razón para que se dé el cambio en el pezón del seno.</p>
ANATÓMICO	 <p>Esto depende de la genética que tenga ella o también se debe a la masa corporal y la grasa que tenga en el cuerpo.</p>	<p>A lo largo de las explicaciones, en los diferentes testimonios, las estudiantes enfatizaron en la forma de los senos, en su tamaño, es decir, en su aspecto anatómico. En el testimonio por ejemplo, se indica que esta forma bien podría ser reemplazada por un relleno de medias o por una prótesis.</p>
ESTRUCTURALISTA	<p><i>¿La lactancia se ve afectada si una mujer tiene prótesis?</i> A lo que ellas mismas contestan <i>“no ya que las prótesis se colocan en el músculo pectoral ya que el pezón no sufre ningún tipo de alteración”</i>.</p> <p><i>¿a qué se debe el crecimiento de los senos?</i>, respondieron <i>“pueden crecer en la adolescencia, puede crecer uno antes que el otro, se endurece el pezón y podría causar dolor, puede crecer más si la mujer queda en embarazo preparándose para el período de lactancia”</i></p>	<p>Cuando se hace referencia a los senos se nombran partes relacionadas con este órgano como el músculo pectoral, y como estructura propia del seno se menciona el pezón.</p> <p>Al darse cuenta del crecimiento de los senos también se concibe que el pezón cambie.</p>

REFERENCIA	TESTIMONIO	COMENTARIOS
<p>FUNCIONALISTA</p>		<p>En los diálogos de sus explicaciones los estudiantes mencionan constantemente las funciones de las hormonas que intervienen en el crecimiento de los senos como las tres que resumidas en el testimonio.</p>
<p>ORGANICISMO</p>		<p>Cuando se hace referencia a los senos, no se toman como órganos aislados, al contrario, se relacionan con otros órganos y sistemas.</p>

Fuente: Construcción propia a partir de los hallazgos en el aula

Los estudiantes tienen una visión del cuerpo con condiciones de organización particular al interior del organismo, donde este último está conformado por unas partes expresadas como órganos (lo anatómico) y otras como estructuras (partes de estos órganos), además, asocian estas partes directamente con funciones que posibilitan regular los procesos internamente, promoviendo o no la modificación de los ya mencionados órganos o estructuras. Esta manera de concebir es un poco clásica y es la forma como a veces se orienta la enseñanza de la biología de los organismos en la escuela, reforzando el estudio de lo anatómico y lo fisiológico, desprovisto de integración, dejando de lado la visión holística y/ o sistémica que ofrece un aprendizaje más contextualizado y significativo.

La Figura 16 resume las posturas acerca del mundo vivo que se identifican en las explicaciones de los y las adolescentes.

Figura 16. Posturas sobre la interpretación del mundo vivo en las explicaciones del crecimiento del vello y de los senos



Fuente: Construcción propia

Como se menciona en los referentes teóricos, la esencia del *organicismo* para Mayr (2005), consiste en plantear que las características exclusivas de los seres vivos no se deben a su composición sino a su “organización”. Sin embargo, se reconoce que los estudiantes entrelazan esta idea con la de la necesidad de sustancias (hormonas), para que el organismo funcione y se puedan presentar los cambios que se evidencian en la etapa de la adolescencia. Podría sugerirse que ésta es una tendencia reduccionista, sin embargo, en el proceso de construcción de explicaciones para el estudiante es necesario primero entender las partes para luego relacionarlas e ir enriqueciendo las relaciones que establece, además, cuando se estudian los cambios también se concibe

la presencia de sustancias, logrando una integración en el organismo y por lo tanto haciéndolo más complejo.

Lo anterior, se evidencia cuando los estudiantes necesitan complementar las explicaciones sobre los cambios estudiados involucrando aspectos anatómicos y fisiológicos de los órganos (senos) y las estructuras (vello) pero también la composición del cuerpo, las sustancias y las condiciones en las que actúan, las posibles causas de los cambios, los factores internos y externos que inciden y su trascendencia a nivel social y cultural, entre otros. En este sentido, hay acercamiento a una visión diferente de lo vivo y del estudio de lo vivo, en palabras de Mayr (2005) teniendo una postura acorde con los paradigmas actuales, contemplando los cambios como situaciones que develan un entramado de relaciones, dando cuenta de equilibrio dinámico en el organismo.

4.2.5 Función de las explicaciones

Las explicaciones en el campo de las ciencias naturales generalmente dan solución a preguntas del tipo ¿qué?, ¿cómo?, ¿por qué? y ¿para qué?, como lo expresa Adúriz (2008), y los estudiantes no se alejan de esta forma de pensar, más bien pretenden explicar algo para hacerlo más claro, inteligible o entendible. Gómez (2006) propone una clasificación de las explicaciones científicas escolares, de acuerdo con las razones por las cuales los estudiantes modifican sus ideas con el ánimo de lograr una mayor comprensión. Lo anterior se presenta porque buscan ampliar significados, justificar y/o describir lo que están expresando y establecer causalidades para argumentar situaciones particulares; organizando e integrando conocimientos para aumentar la comprensión del fenómeno que se esté estudiando, en este caso el crecimiento del vello y los senos.

Las funciones de las explicaciones que se evidencian en el trabajo de aula respecto al crecimiento del vello se exponen en la Tabla 27.

Tabla 27. Función de las explicaciones acerca del crecimiento del vello

REFERENCIA PARA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
<p>AMPLIAR SIGNIFICADO</p>	<p><i>¿En qué áreas brota el vello gracias a la testosterona?</i> <i>Axila, rostro y partes íntimas</i> <i>Espalda, pelvis, cara, testículos, axilas</i></p>	<p>Se tiene claro que el vello sale de la piel por la acción de la testosterona, pero no se sabe en qué parte se puede dar el fenómeno, por lo que surge la duda, la proponen, la trabajan y luego socializan lo construido para ampliar la información anterior.</p>
<p>JUSTIFICAR</p>	<p><i>“¿Por qué sale el vello púbico?, respondieron “sale por el cambio hormonal” y “¿por qué se dan esos cambios hormonales en mí?” “por cambios hormonales en la pubertad”.</i></p> <div data-bbox="378 829 998 1186" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">CRECIMIENTO DEL VELLO AXILAR</p> <p style="text-align: center;">A todos nos crecerá vello axilar a partir de nuestra pre adolescencia</p> <p style="text-align: center;">Pero, ¿Por qué?</p> <p style="text-align: center;">Esto se debe a dos factores importantes que permiten el crecimiento del vello axilar</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Uno, se debe a que en la pre adolescencia las hormonas liberadas son suficientes para el crecimiento del vello</p> <p>Esta etapa es de 11-12 años y en la adolescencia el vello axilar comienza a salir normalmente</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Estimulación, esta puede proporcionar con alimentos como lácteos</p> </div> </div> </div> <p><i>“El vello púbico puede ser cuestión de higiene”, “puede prevenir infecciones”, “sirve para saber tu madurez sexual, para proteger los órganos sexuales y volver el acto del sexo más suave y confortable”</i></p>	<p>En el estudio del cambio se sugieren diferentes razones para dar solución a los cuestionamientos planteados por los mismos estudiantes, buscando argumentar lo que se afirma.</p>
<p>DESCRIBIR</p>	<p>Los estudiantes construyen un gráfico en el cual muestran que un hombre experimenta de manera gradual la salida de vello facial, lo dibujan desde los 14 hasta los 20 años.</p>	<p>Los estudiantes representan lo que va sucediendo, los cambios que se hacen evidentes a medida que va pasando el tiempo, para dar a entender cómo el cambio (crecimiento del vello facial) se va presentando en la persona.</p>
<p>ESTABLECER CAUSALIDADES</p>	<p><i>¿Cómo ayuda la testosterona al brotamiento del vello?</i> <i>“Porque la sustancia química es enviada a las células de los tejidos y al entrar en sus núcleos se produce el cambio”</i></p>	<p>Los estudiantes elaboran gráficos o describen de forma escrita diferentes aspectos relacionados con el cambio, algunos expresados de forma literal y otros de manera</p>

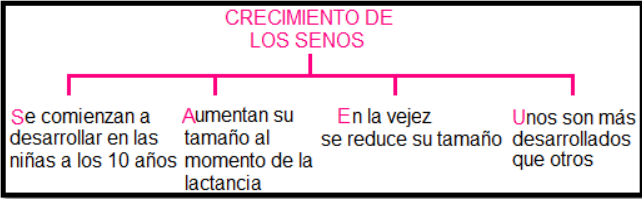
REFERENCIA PARA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
		<p>indirecta, entre las causas que conciben para que se dé el crecimiento del vello esta la entrada de sustancias químicas a las células, además para ellos la presencia del vello limita el ingreso de bacterias al cuerpo, entre otras.</p>

Fuente: Construcción propia a partir de los hallazgos en el aula

En la Tabla 28 se exhiben las explicaciones que los estudiantes manifiestan respecto al crecimiento de los senos, se clasifican de acuerdo con su función.

Tabla 28. Función de las explicaciones acerca del crecimiento de los senos

REFERENCIA PARA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
AMPLIAR SIGNIFICADO	<p><i>En la pubertad (las niñas), los ovarios comienzan a incrementar la producción de estrógeno y otras hormonas femeninas como la progesterona. El principal síntoma fenotípico (cualquier característica observable de un organismo) de la pubertad es la telarquía. La telarquía es el inicio del desarrollo de los senos como resultado de las señales de crecimiento que deja el estrógeno cuando se une con los receptores estrogénicos (RE) alfa de las glándulas mamarias.</i></p>	<p>Las estudiantes hacen uso de un resumen para dar cuenta del comportamiento de las hormonas femeninas durante diferentes eventos de la adolescencia femenina.</p>
JUSTIFICAR	<p><i>La progesterona es una de las hormonas sexuales que se desarrollan en la pubertad y en la adolescencia en el sexo femenino, actúa principalmente durante la segunda parte del ciclo menstrual, preparando los cambios endometriales que inducen los estrógenos y estimulando los cambios madurativos, preparando así al endometrio para la implantación del embrión.</i></p>	<p>En la explicación los estudiantes enuncian la forma como actúa la progesterona posibilitando la implantación del embrión.</p>

REFERENCIA PARA	TESTIMONIOS	COMENTARIOS
DESCRIBIR		<p>Los estudiantes describen diferentes aspectos de los senos que van desde la edad en la cual comienzan a desarrollarse, hasta la variación en sus tamaños a lo largo de la lactancia y la vejez.</p>
ESTABLECER CAUSALIDADES	<p><i>...el crecimiento de los senos “se da por el tejido adiposo y conectivo, aumentan bajo la influencia de las hormonas como progesterona, prolactina, corticales y hormonas del crecimiento” y porque “estos crecen por el estímulo de las hormonas sexuales que hacen crecer las mamas y esto aumenta la producción de tejido adiposo”</i></p>	<p>Cuando los estudiantes explican el cambio, asocian diferentes causas a este, es decir dan cuenta de multicausalidad, mostrando alternativas para argumentar lo que sucede, sin ceñirse a una única explicación.</p>

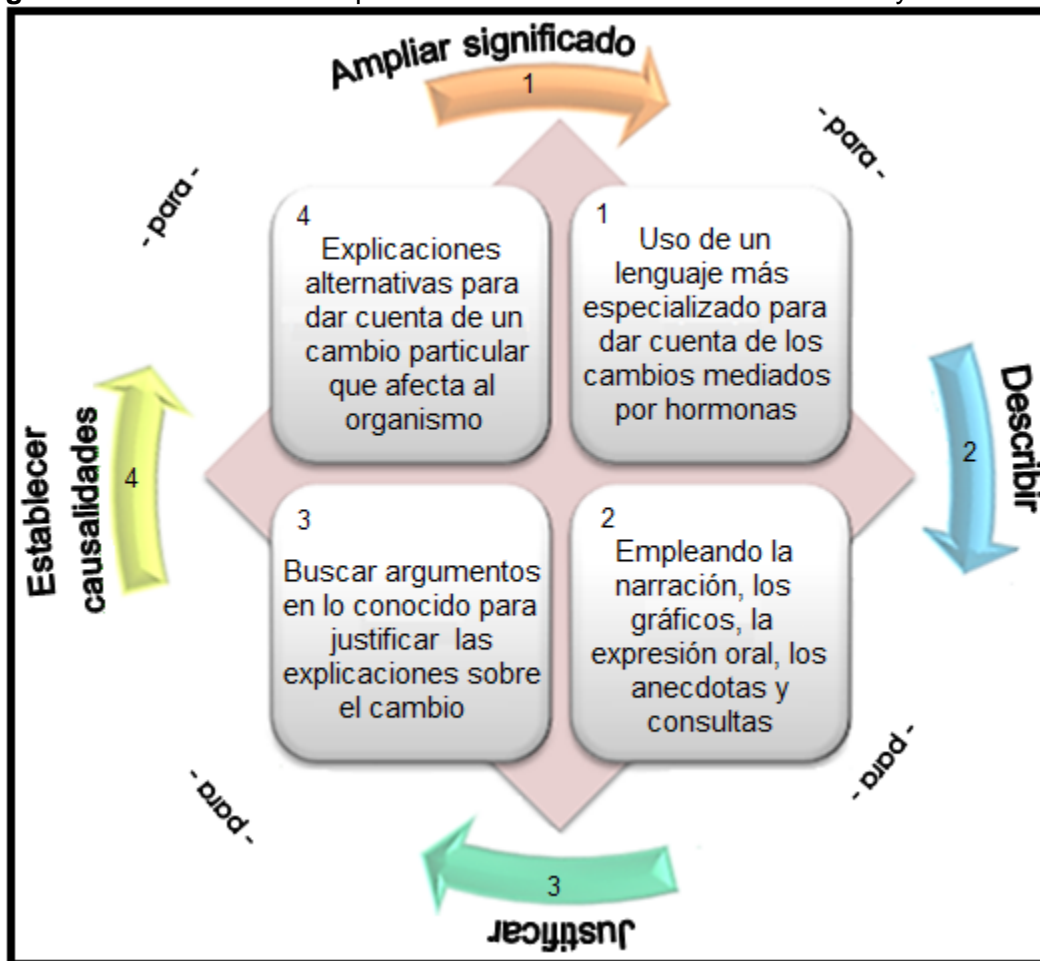
Fuente: Construcción propia a partir de los hallazgos en el aula

Los estudiantes en el deseo de satisfacer sus propias inquietudes o las que sus interlocutores les proponen, continuamente reorganizan sus ideas, en las cuales involucran cada vez mayor cantidad de elementos, en las explicaciones que realizan amplían las opiniones, clarifican, describen de manera más detallada y comunican diversas razones para comprender mejor lo que está sucediendo, en este caso explicar los cambios en los senos y el vello púbico o axilar.

Cuando los estudiantes exteriorizan ideas para *ampliar el significado* en su explicación, se centran en referenciar las partes (órganos o estructuras) en las que se evidencian los cambios, en nominar hormonas y las acciones de éstas sobre las partes, definiendo términos biológicos no empleados cotidianamente en nuestro dialogar, pero que en esta situación son pertinentes para desarrollar lo que se está explicando. Los estudiantes *justifican* dando cuenta de aspectos ya conocidos para darle soporte a sus intervenciones, entonces, se socializa sobre el porqué de lo afirmado, se relatan procesos y se profundiza en las funciones de las partes, se recurre a la fisiología para

explicar lo expresado verbal o gráficamente. La Figura 17 muestra las funciones que los estudiantes otorgan a sus explicaciones.

Figura 17. Función de las explicaciones sobre el crecimiento del vello y de los senos



Fuente: Construcción propia

De igual manera, para *describir* lo que sucede con los senos o el vello cuando crece, se recurre a realizar gráficos, diapositivas, narración de vivencias, expresar conocimientos y manifestar inquietudes, en donde se hacen presentes elementos como el tiempo, las cualidades, los procesos, la gradualidad, entre otros. Además, las descripciones surgen de actividades de percepción, observación y comparación, principalmente. También, es común encontrar que los estudiantes cuando explican acuden a establecer causas, es una de las primeras acciones que desarrollan, para ellos es fundamental entender qué es lo que genera el cambio, y en el trabajo en aula establecen *múltiples causas* para dar cuenta de una situación en particular, lo que enriquece sus explicaciones al ofrecer

diferentes alternativas para comprender los cambios que vivencian en su etapa adolescente. Adicionalmente, se convierte en un buen ejercicio en el campo axiológico al respetar y escuchar las opiniones de los otros aun cuando sean diferentes a las propias.

4.3 ANÁLISIS DE LOS HALLAZGOS

Al inicio de las actividades los estudiantes se cuestionan por los cambios corporales de la adolescencia, respondiendo por medio de la descripción de cualidades, con el desarrollo de la secuencia de aula el cuestionamiento se reorientó hacia los cambios hormonales de un individuo en estado adolescente, de este modo se construyen explicaciones más precisas. Durante el proceso también hay participación activa en las discusiones de clase, no sólo en el trabajo de pares sino en el diálogo con las explicaciones de la docente, enriqueciendo de esta forma el conocimiento de cada uno de los estudiantes y construyendo en colectividad las explicaciones.

4.3.1 Relaciones establecidas por los estudiantes en sus explicaciones

Los estudiantes al cuestionarse y expresar sus ideas sobre las situaciones de estudio, involucran diferentes elementos y condiciones: el tiempo, los niveles de organización de los seres vivos, el organismo, los tejidos, la modificación de los órganos o estructuras, los procesos biológicos, las etapas de la vida, la concentración y función de las sustancias, el género, las hormonas y su función, entre otros, y los relacionan de diferentes formas, dando cuenta de causalidad, dependencia y correspondencia. Lo anterior, deja ver que los estudiantes tienen la habilidad de inferir, analizar e integrar diferentes elementos en sus procesos de explicación y aprendizaje a nivel general.

4.3.1.1 Entre el cambio y sus causas

Cuando se da explicación de por qué suceden los cambios en la adolescencia, es común encontrar que en lo primero que se piensa es en las causas que hacen posible estas modificaciones en el cuerpo, descubriendo que hay varias y diversas condiciones que pueden llevar a tal cambio. Luego, en las explicaciones se evidencia la multicausalidad, es decir, se conciben varias causas para un mismo evento.

Los estudiantes señalan al tiempo como una de las causas para el cambio, por ejemplo, *“antes tenía mejillas abombadas”* y con el paso del tiempo *“mejillas chupadas”*, y *“con el tiempo el cabello se volvió liso”*. Otra causa, es la radiación solar *“se pigmenta el color de la piel debido al sol”*.

En otras ocasiones, la causa es la edad de una etapa especial por la que esté pasando el individuo, por ejemplo, *¿a qué se debe el crecimiento de los senos?*, respondiendo *“pueden crecer en la adolescencia, puede crecer uno antes que el otro, se endurece el pezón y podría causar dolor, puede crecer más si la mujer queda en embarazo preparándose para el período de lactancia”*.

El parentesco evolutivo es también causante del crecimiento del vello, uno de los estudiantes representa la forma como el vello está ligado a la condición de los mamíferos, y se cuestiona sobre el aspecto externo de los monos, los gatos, los osos y la diferencia con uno de sus compañeros de clase, escribiendo *“¿por qué Cote solo tiene poco?”* A la vez, se responde que la evolución es uno de los aspectos determinantes para la presencia del vello.

Otra causa se fundamenta en la creencia que si una persona se afeita el vello axilar éste crece más (situación que consideran como un mito), argumentando que esto no se debe a la cuchilla si no al tiempo de salida del vello.

Los estudiantes establecen relaciones entre el cambio y la sensación corporal que lo origina, por ejemplo, preguntan “¿qué reacciones produce al crecer del vello? Y ¿por qué le sale más que a otros?”, en la respuesta describen los sentimientos que pueden tener las personas al respecto, sentirse mayor, sentir asco, lo que devela que el cambio genera emotividad en las personas.

Los cambios descritos no siempre se manifiestan por causas internas, en ocasiones son los agentes externos o del medio quienes los generan, por ejemplo, la transmisión de virus a través de un mosquito, “debido al dengue perdió peso y se volvió más flaco”, luego, se presume que el organismo está expuesto a las condiciones del medio. Por otro lado, los estudiantes afirman que los senos “aumentan su tamaño al momento de la lactancia”, entonces, una condición fisiológica como lo es la producción de leche, origina cambios en los órganos.

Adicionalmente, varios estudiantes conciben que los cambios no se presentan de la misma forma en todos los organismos, argumentando causas como las siguientes:

E: “porque por ejemplo los alimentos que consume cada uno van a variar”

E: “porque cada organismo es diferente y crece con condiciones diferentes”

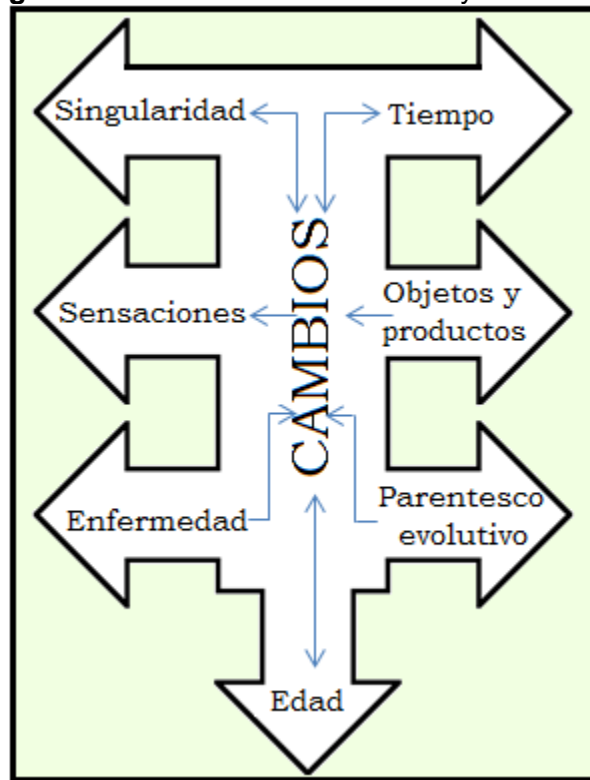
E: depende también de la edad, a todos no nos sucede lo mismo a la misma edad”

E: porque depende de la cantidad de hormonas

E: depende cómo trabaje la hormona que está encargada de cada cambio del cuerpo y de la genética porque es diferente una familia en donde hay bastante vello corporal a una donde todos son lampiños

Los estudiantes consideran que las causas que hacen posible los cambios físicos son muchas y de diferente naturaleza. La Figura 18 muestra el conjunto esas condiciones expresadas por los adolescentes, donde se destaca que muchas relaciones son establecidas en sentido recíproco.

Figura 18. Relación entre el cambio y sus causas



Fuente: Construcción propia

Se reitera que una de las relaciones más sobresalientes con las causas mencionadas se da entre el *cambio* y el *tiempo* como indicador de proceso. Es interesante que los estudiantes generalmente conciben el cambio como un evento que va sucediendo de manera gradual, donde hay un período de inicio, un proceso y un final. Se reconoce lo que sucede paso a paso en el organismo, por ejemplo, “a los 5 años la voz es muy aguda, como la de una niña; a los 10 años sigue siendo aguda, pero se nota que es un hombre; a los 15 años la voz se vuelve grave y más profunda; a los 20 años ya la voz está en su tono más grave”, luego dan cuenta de comprender el desarrollo natural de los cambios.

4.3.1.2 Entre las hormonas y diferentes niveles de organización de los seres vivos

Los estudiantes relacionan hormonas y células, cuando se les cuestiona por el lugar donde se ubican las hormonas en el organismo, algunos contestaron “en las células ya

que las células son las que permiten la acción de las hormonas”, para ellos hay una relación de dependencia directa, sin células las hormonas no tienen sitio de acción.

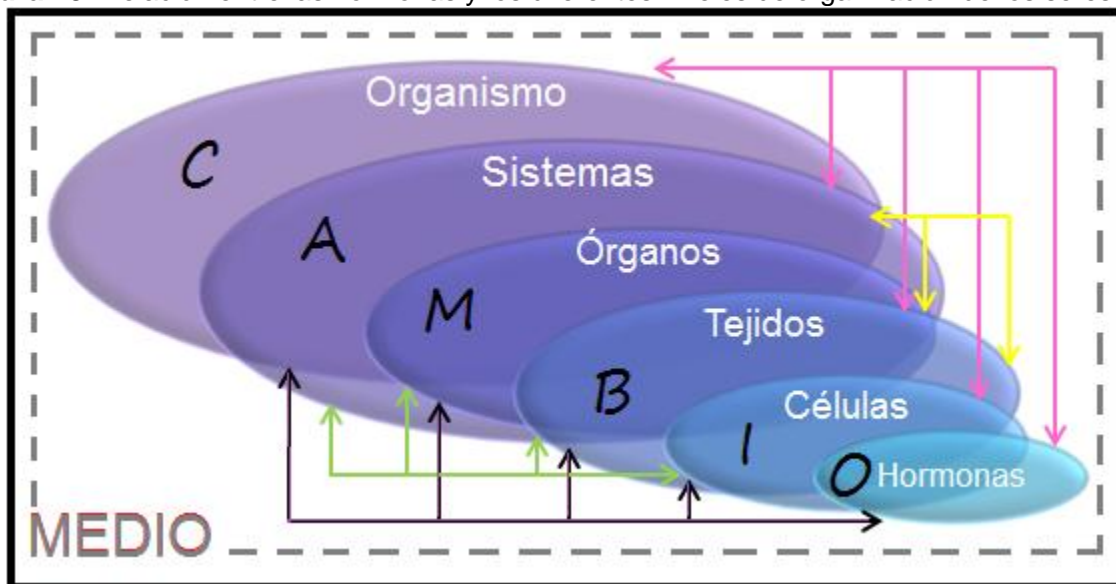
También relacionan las hormonas con los órganos y los sistemas, por ejemplo, explican: *“estas hormonas se encuentran en las suprarrenales en la parte posterior (...) entonces es una glándula situada en la base del cerebro que va por el torrente sanguíneo y llega hasta los testículos donde se libera la testosterona”,* con lo cual establecen una relación entre las hormonas y las glándulas (órganos) que las producen o secretan, indicando la ubicación inicial de la hormona, el recorrido que hace y el órgano donde ejerce su acción, en este caso, los testículos.

Durante la organización del trabajo en aula propuesto por la docente, los estudiantes comentan: *“estamos armando la presentación con estas preguntas: ¿qué es una hormona?, ¿qué es el vello púbico?, ¿de dónde vienen las hormonas? ... estamos mirando aquí, que la testosterona es liberada, y que la hipófisis regula la liberación de algunas hormonas (...)”.* Información que presuntamente los lleva a considerar una nueva relación entre las hormonas y el sistema nervioso, e incluso con otros órganos o sistemas, por lo que afirman *“estas hormonas también afectan a otras partes del cuerpo como la espalda, los glúteos, las piernas, etc”.*

Adicionalmente, los estudiantes manifiestan *“la hipófisis es una glándula se ubica abajo del encéfalo (...) envía mensajes químicos, información, vía sanguínea hacia las células donde están los tejidos del área púbica y lo que hacen estas hormonas es atravesar el tejido celular y entran al núcleo, y el ADN ese mensajero lo que lleva es que hay un cambio y ese cambio es el crecimiento del vello”,* lo anterior, permite interpretar una visión de partes incluidas en un todo, las partes: el núcleo, las células, los tejidos y los órganos, todos con una organización tal que permiten que se den los cambios en el organismo.

La Figura 19 muestra las relaciones que los estudiantes establecen entre el medio, el conjunto de partes y el sistema.

Figura 19. Relación entre las hormonas y los diferentes niveles de organización de los seres vivos



Fuente: Construcción propia

4.3.1.3 Entre las hormonas y sus funciones

Puentes (2004) en su estudio respecto al conocimiento de las hormonas, encuentra que los estudiantes brindan múltiples explicaciones relacionadas con cambios físicos, hormonas sexuales correspondientes a cada género, con el funcionamiento metabólico y la menstruación; en el presente trabajo se presentan hallazgos semejantes, los estudiantes consideran a nivel general que las hormonas cumplen funciones variadas que inciden en cambios físicos o en el carácter de las personas. Respecto al cambio físico expresan, “*la hormona también envía el mensaje para el cambio, un mensaje químico*”, “*las hormonas ayudan al crecimiento de los testículos, del escroto a aumentar la masa muscular y ósea y a los cambios de voz*”, “*la testosterona actúa también las axilas y ayuda al crecimiento del vello en el rostro*” y “*las hormonas ayudan al proceso en el que crece el vello púbico*”.

Con relación al carácter de las personas, la docente menciona “*pero las hormonas no sólo tienen que ver con el desarrollo físico sino que además se relacionan con la conducta de las personas*” y los estudiantes afirman “*ah sí, los hombres con más testosterona son más agresivos*”. Al respecto, autores como Mc Bride (2002) estudian

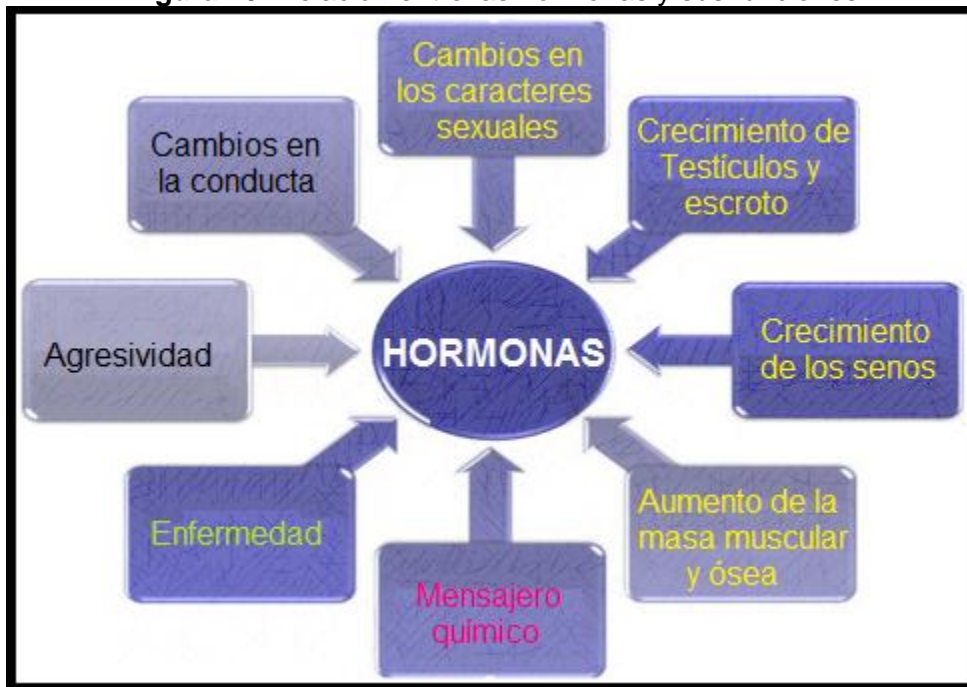
la incidencia de las hormonas en los comportamientos sociales de los sujetos y como se menciona en el referente teórico, los niveles elevados de andrógenos se asocian a conductas violentas e impulsivas mientras que los niveles elevados de estrógenos con depresión; sin embargo, no solo las hormonas inciden en estos comportamientos, también lo hacen factores relacionados con su ambiente social y familiar, como lo confirman (Brooks &Y Warren, 1989).

Los estudiantes también hacen alusión a algunas hormonas de forma particular, por ejemplo, relacionan la progesterona con el ciclo menstrual, establecen variadas relaciones entre la hormona y algunos órganos del cuerpo como el hígado y el cerebro, dejando ver que se presentan interrelaciones entre éstos posibilitando funciones vitales. Mencionan la síntesis de proteínas, *“Los Estrógenos trabajan al viajar entre las células y la unión a sitios específicos en el ADN, lo que provoca ciertas proteínas”*. También se refieren a estados por los que pasa la mujer durante a su ciclo menstrual, expresando: *“El Estradiol (forma más común de estrógeno en las mujeres no embarazadas entre la pubertad y la menopausia”, “El Estriol (estrógeno principal durante el embarazo)” “La Estrona (forma predominante durante la menopausia”, a cada hormona le asignan una función específica.*

Cuando los estudiantes explican la razón por la que crecen los senos, mencionan *“estos crecen por el estímulo de las hormonas sexuales que hacen crecer las mamas y esto aumenta la producción de tejido adiposo”,* indican con seguridad que las hormonas ocasionan el crecimiento de las mamas, sin embargo, no se menciona de forma particular cuáles son las hormonas que actúan en el cambio ni la forma como actúan.

Por otro lado, se da a entender que cuando se incorporan hormonas artificiales en el organismo, éstas pueden perjudicar a la persona, así expresan *“el exceso de andrógenos, una sustancia que se produce de forma natural por el hombre, la cual no tiene ninguna (...) no es perjudicial, pero que cuando se inyecta en el cuerpo en forma energética como esteroides tiene efectos secundarios pueden causar coagulación de la sangre, aumento de glóbulos rojos e impotencia sexual”*.

Figura 20. Relación entre las hormonas y sus funciones



Fuente: Construcción propia

La Figura 20 resume las principales funciones de las hormonas, propuestas por los estudiantes, como resultado de la propuesta de aula. Se evidencia que aunque asocian la presencia de hormonas con las glándulas, no es a lo único que hay en sus explicaciones como suele suceder en la clase tradicional.

4.3.1.4 Entre órganos y sus funciones

Los estudiantes consideran que cuando los órganos sufren cambios sus funciones se pueden modificar, afirman que los cambios se dan de manera natural en algunos casos, por ejemplo la salida de vello, o artificialmente como la presencia de una prótesis en los senos. Ante la primera situación escriben: *“el vello ayuda a reducir el calor”, “el vello púbico puede ser cuestión de higiene”, “puede prevenir infecciones”, “sirve para saber tu madurez sexual, para proteger los órganos sexuales y volver el acto del sexo más suave y comfortable”*. Ante la segunda situación, cuestionan *¿La lactancia se ve afectada si una mujer tiene prótesis?* A lo que ellas mismas contestan

“no ya que las prótesis se colocan en el músculo pectoral, el pezón no sufre ningún tipo de alteración”. Lo anterior, permite comprender que los estudiantes no son lineales en sus pensamientos, por el contrario, relacionan cambios físicos con situaciones del organismo desde múltiples posibilidades.

Por otro lado, los estudiantes realizan una analogía para dar cuenta de la función del cambio y escriben *“el vello funciona en las axilas así como funcionaria un radiador en un carro que se crea tanto calor en la zona que empieza a proporcionar nuestra sudoración que se supone nos enfría y este pues al evaporarse toma consigo el calor y los olores de la zona, también desinfecta por el mismo funcionamiento del sudor que tiene esta función de desinfectar por las sales que tiene”*, las funciones del vello son asociadas directamente a fenómenos físicos como disipación del calor, regulación de temperatura, amortiguación y evitar contacto directo piel- piel de los sujetos en una relación sexual; y químicos como la presencia de sales para evitar infecciones.

4.3.1.5 Entre órganos y función de las sustancias

Cuando los estudiantes establecen relaciones entre los órganos (que en ocasiones nombran como glándulas puntualmente) y la función de las hormonas ligadas a éstos, le atribuyen a una misma hormona diversas funciones. Diferencian las hormonas producidas en los ovarios y en los testículos, afirmando: *“Los andrógenos son hormonas sexuales masculinas que corresponden a la testosterona, la androsterona y la androstendiona, son hormonas esteroideas derivadas del ciclopentahidro (...) tienen la función es la estimular los caracteres sexuales masculinos, son segregadas por los testículos y por los ovarios (...) la corteza de las glándulas suprarrenales principalmente la hidropendiandosterona, los andrógenos son producidos por las suprarrenales y tienen ese origen (...)”* Es notorio que los estudiantes hacen este tipo de relaciones nominando las sustancias sin profundizar en éstas para dar cuenta de su comprensión.

4.3.1.6 Entre el cambio y la concentración de sustancias

Para algunos estudiantes es relevante ver la producción de hormonas en la mujer, el lugar donde se producen, la variación de la cantidad o concentración de estas sustancias durante diferentes etapas de la vida y las funciones que desempeña. Además de lo hormonal consideran como otra causa del crecimiento de los senos la disposición genética que tenga la mujer en cuanto a presencia alta o baja de masa corporal. A nivel general, se interesan por conocer las funciones de algunas hormonas femeninas. Por otra parte, asocian un cambio interno (presencia de hormonas) como causa de un cambio externo (aparición de vello púbico y facial).

Además de la concentración de las sustancias, contemplan la cantidad de sustancia que esté presente para modificar un órgano, una estructura o una cualidad de alguno de los anteriores, por ejemplo, mencionan *“entre más eumelaninas más oscuro es el pelo”*, luego, los cambios físicos externos se presentan a partir de unas condiciones internas.

Por otro lado, relacionan la aparición de algunas enfermedades con la presencia y la concentración de determinadas hormonas dependiendo del género, además para ellos parece evidente que la presencia de hormonas incida en algunos procesos biológicos que ayudan al mantenimiento de las especies y a su equilibrio.

4.3.1.7 Entre las hormonas, el género y el cambio

Sobre el cambio los estudiantes señalan como una de las causas la presencia de hormonas en el organismo, por lo tanto, establecen relaciones entre estas sustancias y las modificaciones que sufren el vello o los senos, contemplando también la relación entre la presencia de hormonas particulares y su cantidad en el cuerpo, dependiendo del género de la persona.

Varios estudiantes se cuestionan ¿quiénes tienen más hormonas?, a su vez contestan:

E: Las mujeres porque tiene desordenes hormonales

E: las mujeres, yo sé que las mujeres tienen más

E: son las mismas que tenemos nosotros (los hombres)

E: las mujeres tienen más, por ejemplo, durante el embarazo producen hormonas especiales

Para ellos la testosterona “*Es una hormona sexual masculina, es producida por los hombres en los testículos y por las mujeres en los ovarios*”. Luego, se puede afirmar que conciben la hormona como una sustancia química, producida naturalmente por un órgano, en una glándula u órgano y que en los dos géneros están presentes las mismas hormonas solo que en cada género hay una mayor o menor cantidad.

De igual forma, la cantidad de hormonas incide en la cualidad del cambio, por ejemplo describen “*(...) la salida de vello (nominado por los estudiantes también como cabello) varía de género a género, en cuanto a la cantidad y forma que este vello puede presentar, es normal que en el hombre crezca más que en la mujer, cuando se da lo contrario, cuando crece más en la mujer, es una anomalía*”. Lo anterior, da a entender que la presencia de vello se debe a una hormona que posibilita su salida y relacionan como proporcionales la cantidad de hormona con la cantidad de vello.

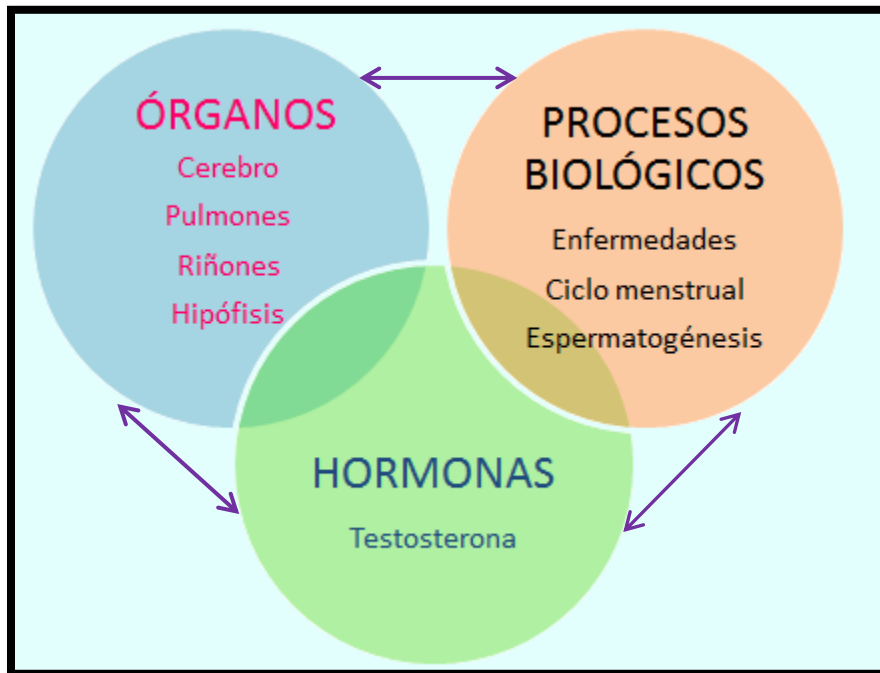
Por otro lado, afirman que los cambios que se dan por acción de las hormonas no solamente son físicos, sino que reconocen la incidencia de las hormonas en el comportamiento de las personas, por ejemplo expresan “*Pero las hormonas no sólo tienen que ver con el desarrollo físico sino que además se relacionan con la conducta de las personas*”; en un diálogo que establecen con la docente, ellos afirman “*ah sí, los hombres con más testosterona son más agresivos*”, la docente les confirma “*sí señor, el hombre de las cavernas -por ejemplo- tenía altos niveles de testosterona, lo que sucede es que también estamos regulados por las normas sociales que nos rodean*” y ante esto los estudiantes preguntan “*y la testosterona ¿hace que se tengan muchas relaciones sexuales?*”, la docente les contesta “*sí, el deseo sexual está dado también por la cantidad de testosterona*”

4.3.1.8 Entre hormonas, órganos y procesos biológicos

Para los estudiantes los procesos biológicos como las enfermedades, el ciclo menstrual, la espermatogénesis son procesos que tienen la influencia directa de las hormonas, además influyen en el desarrollo de diferentes órganos como el cerebro, los pulmones y los riñones, de manera directa o indirecta. Lo cual devela que las hormonas son concebidas como sustancias que hacen parte de un todo, el cuerpo; no son aisladas sino que al contrario inciden en algunos órganos o estructuras y a la vez se ven afectadas por el funcionamiento de algunos órganos como la hipófisis.

Adicionalmente, los estudiantes afirman que las hormonas no están únicamente en el hombre, se amplía el panorama de conocer dónde se encuentran, en cuanto a organismos y órganos, sugiriendo que hay otras especies animales que también poseen estas sustancias, y al respecto expresan *“La testosterona se encuentra en los mamíferos, reptiles y aves”*. Ver Figura 21.

Figura 21. Relación entre hormonas, órganos y procesos biológicos



Fuente: Construcción propia

4.3.1.9 Entre órgano, sustancia, género y etapa de la vida

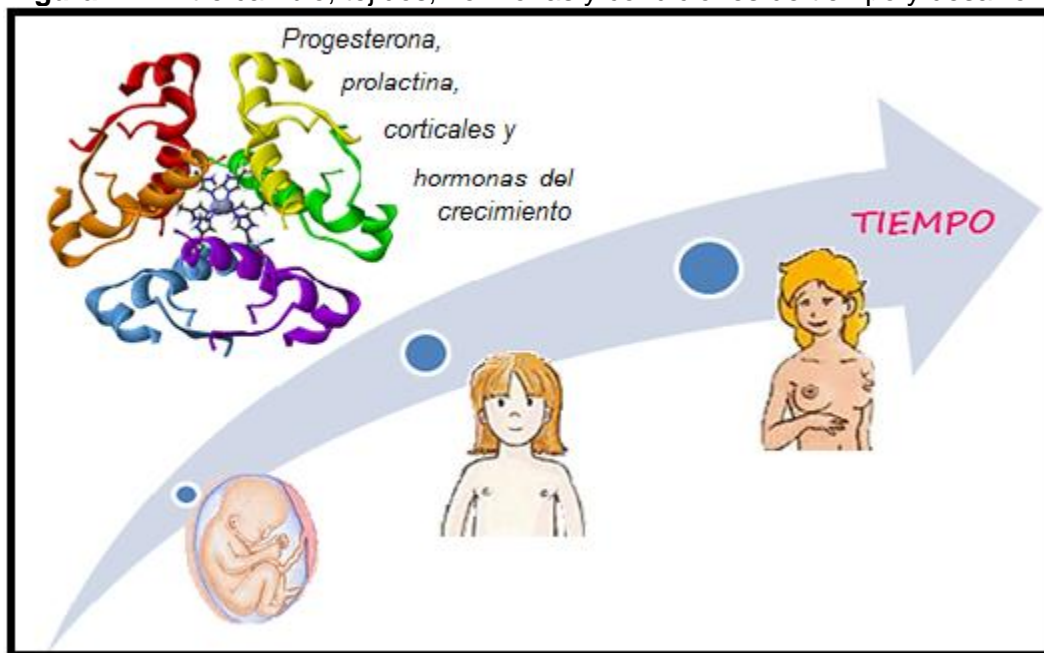
Las estudiantes en particular expresan que las hormonas son diferentes dependiendo del género de la persona, además indican que ésta es una característica que permite distinguir a los hombres de las mujeres, por ejemplo, una de ellas escribe *“pues las mujeres producen algo especialmente en la adolescencia y es una hormona llamada estrógeno y ésta es producida en los ovarios durante toda la vida de la mujer”*. La estudiante da cuenta de la existencia de algunas sustancias que se producen de manera exclusiva en la mujer, del lugar (órgano) y de la etapa de la vida (adolescencia) en donde se produce dicha sustancia, luego, involucra aspectos diferentes relacionados con la misma sustancia.

Así como los estudiantes dan cuenta de hormonas particularmente presentes en el género femenino también hacen alusión a las hormonas masculinas y afirman de forma singular *“Es una hormona masculina que es la que se encarga de todas las funciones sexuales que se desarrollan en nuestro cuerpo a lo largo de la pubertad y adultez. Se encuentra principalmente en los testículos, es la hormona sexual principal masculina y es secretada por las glándulas suprarrenales”*, indicando su función, etapas de desarrollo y lugar de producción.

4.3.1.10 Entre cambio, tejidos, hormonas y condiciones de tiempo y desarrollo

La Figura 22 ilustra de qué forma los estudiantes muestran razones para su crecimiento, por ejemplo: *“se da por el tejido adiposo y conectivo, aumentan bajo la influencia de las hormonas como progesterona, prolactina, corticales y hormonas del crecimiento”* en este escrito se menciona la acción de algunas hormonas en conjunto con los tejidos corporales, sin embargo, no se profundiza en el desarrollo de las ideas.

Figura 22. Entre cambio, tejidos, hormonas y condiciones de tiempo y desarrollo



Fuente: Construcción propia

Adicionalmente, se incluye el tiempo como una variable importante en el crecimiento de los senos, así *“comienzan a formarse durante el desarrollo fetal. Se desarrollan los lóbulos de tejido mamario, después se desarrollan las glándulas mamarias”*. De esta manera, se da el primer momento en el cual reconoce el desarrollo de las mamas antes de la adolescencia como comúnmente lo han venido mencionando en las diferentes sesiones de aula.

4.3.2 Caracterización de las explicaciones de los estudiantes

Las explicaciones de los estudiantes se construyen de forma individual y/o colectiva, involucran algunas ideas de su conocimiento cotidiano, de lo vivenciado en su contexto más cercano, de lo aprendido en su contexto escolar y de algunas referencias del conocimiento científico. Como se menciona en los referentes teóricos son explicaciones que en este trabajo no se valoran como válidas científicamente sino como explicaciones en las que los estudiantes encuentran las evidencias en las relaciones que establecen y les permite fundamentar sus conclusiones en relación con una situación de estudio.

Algunas explicaciones de los estudiantes se dan a conocer en lo expuesto en el apartado anterior, llamado las explicaciones del aula, otras son descritas a continuación.

De acuerdo a la clasificación de Mayr (2005) sobre las *explicaciones biológicas de las causas próximas y causas remotas*, se encuentra que las explicaciones de los estudiantes se acercan más a las *de las causas próximas*, ya que dan cuenta de los cambios desde sus vivencias actuales, mostrando el funcionamiento del organismo y sus partes y en menor medida referencian *las de las causas remotas*, cuando indican como causas de los cambios la genética y la temporalidad.

En las actividades de los estudiantes se presenta regularmente evidencias de trabajo gráfico, dibujos, fotos y esquemas (registros semióticos), con símbolos o representaciones de lo que desean expresar, luego, sus modos de comunicación van más allá de lo oral, buscando mayor comprensión de las situaciones de estudio y favoreciendo su conocimiento escolar de las ciencias naturales, como lo describe Gómez (2008). Varios estudios muestran que la comprensión de los alumnos aumenta al utilizar varios modos comunicativos de forma relacionada, por ejemplo explicar oralmente los dibujos, escribir un texto al lado de una maqueta, hacer un diagrama o una gráfica y además una ecuación y explicarla oralmente, etc. (Gómez 2011: p, 528).

Gómez (2005) teoriza sobre la regulación de las ideas y el lenguaje en las explicaciones escolares, al respecto se puede señalar que los estudiantes de ciclo IV del Colegio Retos cuando abordan los cambios en la adolescencia, regulan ideas, es decir, las debaten, complementan, transforman, enriquecen, clasifican, jerarquizan y aplican en situaciones reales, con la colaboración de sus compañeros y la docente, durante la construcción colectiva que llevan a cabo en el aula. En cuanto a la regulación del lenguaje, las palabras o términos que emplean los estudiantes se modifican, inicialmente, emplean palabras del lenguaje cotidiano y a medida que

buscan profundizar en las explicaciones recurren al empleo de términos biológicos, consultados o dados a conocer por la docente en los momentos de discusión sobre las situaciones de estudio.

Como lo menciona Candela (1991), los estudiantes en el aula pueden dar a conocer sus puntos de vista y elaborar explicaciones utilizando analogías, por ejemplo, en cuanto al vello manifiestan, *“Elimina olores de las zonas, así como en las axilas, el vello púbico funciona en las axilas así como funcionaría un radiador en un carro que se crea tanto calor en la zona que empieza a proporcionar nuestra sudoración que se supone que nos enfría y este pues al evaporarse toma consigo el calor y los olores de la zona, también desinfecta por el mismo funcionamiento del sudor que tiene esta función de desinfectar por las sales que tiene”*. La analogía también ayuda a que algunos estudiantes conciban modificaciones internas que se llevan a cabo en el organismo y se les dificulta comprender, pero que son necesarias para razonar respecto a que se lleven a cabo o no algunos cambios.

La construcción de explicaciones se favorece en gran medida cuando el punto de partida de éstas es una situación vivenciada por los mismos estudiantes, ya que se parte de lo concreto, de lo observable y en la propuesta de trabajo en el aula las ideas se van complejizando hasta llegar, en algunos casos a ideas abstractas y nuevos significados, llevando a predecir, intervenir, ver y hablar desde otra perspectiva: la biológica, *“Esto implica que las ideas no pueden enseñarse desligadas de los fenómenos que explican”* (Gómez: 2011, P 530)

En los estudiantes se promueve la ampliación de las generalizaciones cuando se parte del estudio de los cambios en la adolescencia de manera global y luego enfoca a dos situaciones particulares, en las que se evidencian las múltiples relaciones entre los elementos y condiciones que los estudiantes involucran en sus explicaciones. A medida que se ahonda en una situación de estudio se va dando mayor significado a lo abordado porque cada vez tiene más sentido comprender los fenómenos biológicos

explicándose a sí mismo y a sus compañeros lo que sucede en su organismo, luego se da una ampliación de sus experiencias de vida.

Las explicaciones de los estudiantes dan cuenta de su proceso de construcción, que generalmente se presenta a partir de compartir las ideas que cada estudiante, para que sus compañeros las conozcan, las debatan y lleguen a consensuar sobre una realidad colectiva acerca de los cambios.

Las explicaciones de los estudiantes permiten visualizar que el proceso de construcción de dichas explicaciones continúa expuesto a modificaciones, es decir, no hay ideas acabadas, y aunque haya datos memorizados o definiciones, éstos no se contraponen a las nuevas construcciones, al contrario las apoyan permitiendo tomarlas como alternativas para ejemplificar o argumentar lo que se está construyendo.

Las condiciones de la propuesta de aula son relevantes tanto en el origen de las explicaciones de los estudiantes como en la regulación que se da en éstas durante su proceso de construcción. Adicionalmente, las explicaciones de los estudiantes permiten reconocer que identifican funciones de los seres vivos como la circulación, la nutrición, la excreción, la respiración, la reproducción y la regulación, entre otras.

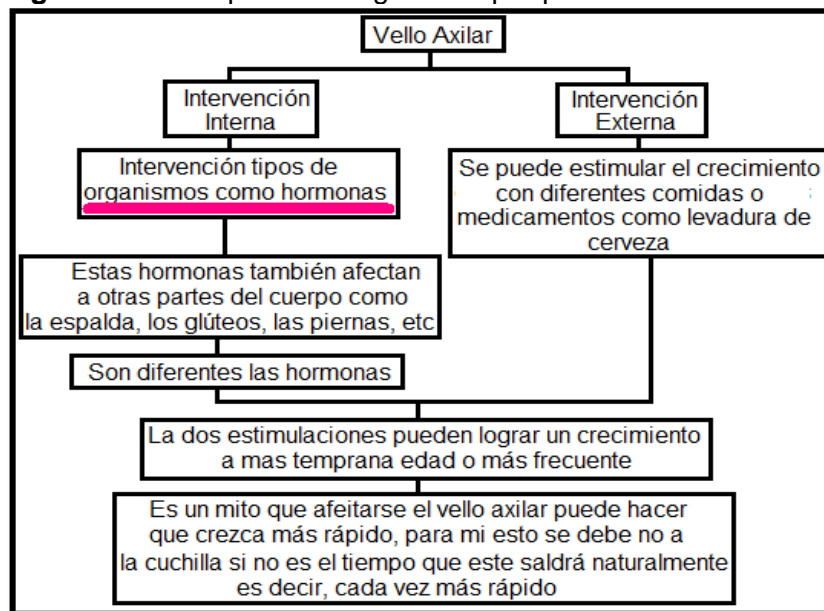
4.3.3 Concepciones emergentes de las explicaciones de los estudiantes

Aunque no es objeto de estudio del presente trabajo, las concepciones del organismo y de las hormonas se presentan como emergencias del proceso de construcción de explicaciones y se exponen a continuación. Las concepciones son entendidas como el conjunto de ideas coordinadas e imágenes coherentes, explicativas, utilizadas por los estudiantes para razonar al respecto de situaciones problema y sobre todo evidencia la idea de que ese conjunto traduce una estructura mental subyacente responsable de las manifestaciones contextuales; también se pueden entender como los comienzos de un modelo que permite la comprensión de una situación, Giordan y De Vecchi (1995).

4.3.3.1 Concepción de Hormona

En la Figura 23, la hormona es entendida como “organismo”, concepción que se transforma con el transcurrir del trabajo de aula, a medida que los estudiantes interactúan colectivamente, consultan bibliografía pertinente y participan activamente de la explicación docente. Se puede inferir que la idea de hormona como organismo se presenta como una forma de materializar la hormona para lograr su comprensión, es decir, el desconocimiento inicial sobre cómo las hormonas actúan en el organismo puede dar origen a la concepción de esa sustancia como un organismo que “cambia” y produce “cambios”, lo que no les resulta comprensible a los estudiantes desde su imaginario de sustancia.

Figura 23. Concepción de organismo por parte de los estudiantes



Fuente: Construcción de los estudiantes

Cuando la docente interviene para regular dicha concepción, se presenta el siguiente dialogo con varios estudiantes.

P: ¿Por qué las hormonas generan cambios en el cuerpo?

E: profe, ¿no sabemos que es una hormona?

P: ¿qué creen los demás que es una hormona?

E: es una célula especializada

P: ¿quién más tiene otra idea? Alguno de ustedes escribió unas clases atrás que era un organismo... ¿cómo se imaginan una hormona?

E: no me la imagino

E: es una partícula

E: no, no es partícula...

P: ¿qué es entonces?

E: está en el cuerpo

E: están en el sistema nervioso

E: no profe, en el sistema endocrino

E: es una sustancia

Se presenta una negociación de experiencias, y se modifica la concepción, a partir de ese momento se concibe como una sustancia, señalando además que se reconoce en el sistema endocrino.

Finalizando las actividades de aula, los estudiantes dan a conocer una concepción de hormona más compleja, la relacionan con el órgano donde se produce, con una clasificación, con condiciones de acción y nominan algunas, por ejemplo, las que se muestran en las diapositivas de la Figura 24 y Figura 25.

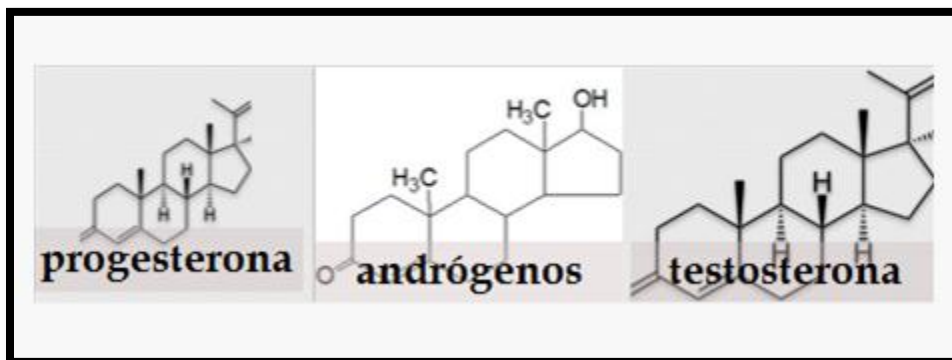
Figura 24. Explicación sobre la hipófisis



Fuente: Diapositiva elaborada por estudiantes

Al socializar la diapositiva en la clase, los estudiantes dan cuenta de la hipófisis como la glándula donde se producen algunas hormonas, dejando ver que este órgano tiene partes o regiones específicas (lóbulos) nominadas con términos propios de las ciencias, además brindan una explicación del porqué de los nombres de dichas hormonas, amplían la información con el ánimo de que haya mayor comprensión. En otras producciones representan gráficamente los testículos relacionándolos con la hipófisis diciendo “es una glándula situada en la base de cerebro (...) la cual viaja por torrente sanguíneo logran llegar a los testículos los cuales liberaran la testosterona”, lo cual deja entrever una relación entre glándula de origen de la hormona y órgano en el que va a actuar, además de indicar el medio como se transporta dicha sustancia.

Figura 25. Explicación sobre las hormonas



Fuente: Fragmento de diapositiva elaborada por estudiantes

Como se menciona con anterioridad, en las elaboraciones finales de los estudiantes su concepción de hormona se complementa, la representan como sustancia química, con una fórmula que da cuenta de su composición, de los elementos que la conforman y de cómo estos se organizan, lo que permite caracterizar la sustancia como un compuesto de naturaleza orgánica.

4.3.3.2 Concepción de Organismo

La concepción de organismo que los estudiantes develan en sus explicaciones sobre los cambios en la adolescencia, se acerca a la propuesta que realiza Jiménez (2003)

para caracterizar al ser vivo; conciben la presencia de sustancias en el organismo, entre ellas las hormonas, también dan cuenta de los niveles de organización en los seres vivos, nombran en sus explicaciones desde el núcleo de la célula hasta el organismo, pasando por células, tejidos, estructuras, órganos y sistemas; piensan al organismo como parte de un medio externo que lo puede afectar dependiendo de las condiciones climáticas, de alimentación y con la presencia de patologías, entre otras. Con lo cual dan cuenta de que el organismo pasa por ciclos, o períodos, llamados por ellos etapas de la vida; igualmente, consideran que los organismos se regulan, tanto en su medio interno como externo, también indican que cambian por las condiciones genéticas de sus progenitores. Todas las relaciones, entre el cambio y los elementos que inciden en éste, permiten interpretar que el organismo para el estudiante es complejo, tienen una visión de totalidad de éste, conformado por partes pero no desde la visión reduccionista.

Se reconoce que los estudiantes cuando abordan el crecimiento del vello y de los senos, establecen diversas relaciones y dan cuenta de las concepciones de hormona y organismo, entendiéndose este último desde una mirada de totalidad, en el cual al afectar una parte se afecta todo el conjunto. Sin embargo, no se piensa el organismo desde autorregulación y homeóstasis, esto posiblemente porque aunque se establecen relaciones entre glándulas, órganos y sustancias, no se explica que la presencia y aumento o disminución de algunas hormonas (ADH) dependen del volumen de sangre y que las mismas hormonas controlan el estado de la sangre, presentándose una acción reversible, como lo expone Langley (1969). La propuesta de aula posibilita que el estudiante explore algunas formas de construcción de conocimiento, en la cual no se abarcan todos los aspectos relacionados con el fenómeno de estudio por múltiples razones, por ejemplo, el tiempo de ejecución de la secuencia de aula y la edad de los estudiantes, quienes todavía están ajustando sus formas de conocer, entre otras.

Los estudiantes referencian que la hipófisis, por ejemplo, secreta hormonas, pero no llegan a profundizar en sus explicaciones, no exponen relaciones bidireccionales entre las glándulas y las sustancias, lo que devela que ellos (hasta donde se llega en las

actividades de aula), no identifican mecanismos homeostáticos, en los que los órganos autorregulan la secreción de sustancias (hormonas), como lo referencia Langley (1969) *“puede entenderse que si el cuerpo utiliza un exceso de tiroxina, habrá menos inhibición de la hipófisis y quizá del hipotálamo. Se segregará TSH en abundancia y, como resultado, la tiroides segregara más tiroxina, restableciendo de este modo el equilibrio”*. Lo anterior, es entendible teniendo en cuenta que para comprender estos mecanismos de regulación es necesario estudiarlos, contemplando todo lo que incide en ellos, incluyendo procesos de transformaciones de sustancias y energía en el organismo, instancia a la que no se llega con los estudiantes desde el trabajo en aula, recordando que el propósito del estudio es identificar las explicaciones de los estudiantes frente a los cambios de su cuerpo en la adolescencia, reconociendo los elementos y las relaciones presentes en las explicaciones.

5. REFLEXIONES FINALES

En este apartado se presentan las reflexiones finales y sus perspectivas en relación con la pregunta que se desarrolla en la investigación *¿Cuáles son las explicaciones de los estudiantes de ciclo IV del Colegio Retos sobre los cambios en la adolescencia?* y el objetivo general, *caracterizar las explicaciones de los estudiantes de ciclo IV del Colegio Retos sobre los cambios de su cuerpo e identificar las condiciones de posibilidad en las que emergen.*

- **Las inquietudes de los estudiantes**

Los estudiantes muestran interés por estudiar los cambios que han sido experimentados por ellos, sus familiares o amigos, cambios percibidos a simple vista, y que se presentan en la mayoría de las personas, reconociendo en ellos las particularidades. Prueba de lo anterior, es que uno de los primeros cuestionamientos planteados es el *¿por qué?* de los cambios vividos; la curiosidad se enfoca en comprender qué causa las modificaciones en el cuerpo, si éstas son resultado de factores externos como el ambiente y la alimentación o de factores internos como las condiciones genéticas y hormonales que modifican el organismo.

- **Los cambios en la adolescencia**

La primera identificación de los cambios por parte de los estudiantes, es correspondiente con la caracterización de las variaciones de su cuerpo durante la adolescencia, en la cual predominan los cambios físicos. Inicialmente, se describen modificaciones de órganos y estructuras (mejillas, la nariz, los ojos, el cabello, la frente, la piel, los senos, el vello) de forma cualitativa y cuantitativa, a partir de características como la forma, el color, el tamaño, la contextura y la altura. Con lo anterior, también se ponen de manifiesto posturas que dan cuenta de lo vivo, algunas de carácter

estructuralista cuando se enfatiza en las estructuras y anatomista cuando la atención se centra en la transformación de los órganos en la adolescencia.

En la explicación de los cambios, los estudiantes involucran elementos como el tiempo, el crecimiento, la genética y/o herencia, el ADN y el género, la edad, el medio ambiente y la presencia de hormonas principalmente. Dichos elementos no son considerados independientes, generalmente, se establecen relaciones entre sí y entre estos y los cambios, dando a entender que se concibe el cuerpo como un sistema abierto, modificable por factores internos y externos. Otros cambios descritos son causados por agentes externos y ocurren de forma particular en las personas, por ejemplo, padecer alguna enfermedad o en el caso de la mujer en etapa de embarazo.

- **Las explicaciones sobre el cambio**

En la elaboración de explicaciones sobre el cambio en la adolescencia, la curiosidad, la imaginación y los supuestos de partida de los estudiantes, son fundamentales en los procesos de construcción de conocimiento, ya que permiten la exteriorización de ideas a través de las cuales se interpretan los propios fenómenos biológicos.

Cuando los estudiantes explican el crecimiento de los senos y el vello, se evidencia como característica en sus explicaciones la multicausalidad (varias causas para un mismo evento). De esta manera, involucran elementos internos o externos al organismo, distintos niveles de organización de los seres vivos (células, tejidos, órganos y organismo), causas naturales y artificiales (como la presencia de una prótesis en los senos), el desarrollo de órganos en etapas determinadas de la vida mediado por el transcurrir del tiempo y la presencia de determinadas sustancias con diferentes concentraciones, entre otras cuestiones, para dar cuenta de los cambios en la adolescencia.

Las hormonas son consideradas por los estudiantes como un elemento central en la ampliación de las explicaciones; estableciendo diversas relaciones como por ejemplo: entre las hormonas y las células (las células como sitio de acción hormonal), entre las hormonas y las glándulas (glándulas como los órganos que secretan hormonas), entre las hormonas y algunos sistemas u órganos (conectadas con el sistema nervioso, la espalda, los glúteos, las piernas), entre las hormonas y el género (cada género posee hormonas particulares o en algunos casos hormonas comunes pero con diferente concentración), entre las hormonas y los procesos biológicos, incluyendo enfermedades (como sustancias que ayudan al mantenimiento de la especie humana y a su equilibrio, de acuerdo con su concentración en el organismo), y entre las hormonas y los cambios (la presencia y la concentración de las hormonas posibilita o inhibe el crecimiento de los senos y el vello). Relacionar las hormonas en diversos sentidos lleva a los estudiantes a aplicar su conocimiento en otros contextos diferentes al propuesto en el estudio, por ejemplo, la relación entre estas sustancias y el dopaje deportivo.

En lo concerniente a la función de las hormonas, los estudiantes atribuyen a una misma hormona diversas funciones, diferenciando el lugar de producción de estas sustancias, ya sean en los ovarios o en los testículos, relacionándolas con el estímulo de los caracteres sexuales. Es común encontrar que las adolescentes se interesen por las hormonas que tienen mayor acción en sus cuerpos, es decir, los estrógenos, mientras los adolescentes se enfocan en los andrógenos.

En las explicaciones sobre el crecimiento de los senos y el vello sobresalen las de causas próximas, los estudiantes conciben los cambios desde sus vivencias, mostrando el funcionamiento del organismo y sus partes, a partir de su conocimiento cotidiano, de sus experiencias en la escuela y de referentes del conocimiento científico. Adicionalmente, se aprecia regulación de las explicaciones construidas alrededor de las situaciones de estudio, partiendo de lo personal y llegando al colectivo, construyendo nuevas propuestas por medio de una red de ideas en la que los estudiantes vinculan el lenguaje biológico, complejizando las relaciones establecidas inicialmente. En este

proceso de construcción no hay ideas acabadas, la propuesta de aula apenas es un comienzo para continuar profundizando en la comprensión de lo que sucede en el cuerpo durante la adolescencia y en general durante toda la vida.

- **Distinción de las explicaciones**

En las explicaciones de los estudiantes se reconoce cómo las interpretaciones del mundo varían, la mayoría en un principio recurre a la teleología, otorgando finalidad a los cambios, algunos conciben el determinismo, relacionando directamente los cambios con la genética, y otros dan cuenta de posturas holísticas y sistémicas, exponiendo los cambios como situaciones contextualizadas en las que hay diferentes elementos que se relacionan de diversas formas. Por consiguiente, se puede señalar que las explicaciones de los estudiantes no son lineales, por el contrario, involucran diversas visiones, lo que las enriquece por medio de la construcción colectiva.

Con respecto a las formas de interpretar el mundo vivo, en las explicaciones de los estudiantes se contemplan ideas de las visiones espontaneista, estructuralista, funcionalista, anatómica y organicista; la primera se presenta únicamente cuando se referencia el crecimiento de los senos sin indicar razones para argumentar el cambio del pezón. Las demás posturas, emergen al dar cuenta del crecimiento del vello y de los senos, debido a que se implican las estructuras, los órganos, el funcionamiento de estos y su papel dentro del organismo, como partes de un todo. Algunas de estas posturas evidencian rasgos de la enseñanza de la biología desde lo clásico, sin embargo, al profundizar en las explicaciones surgen elementos de relación que tienden a la propuesta de trabajo considerada en este estudio.

En cuanto a la función de las explicaciones, propuesta por Gómez (2006), los estudiantes *amplían el significado* en su explicación, nominando sustancias, estructuras y órganos, empleando términos propios de la biología; cuando *justifican* exponen aspectos ya conocidos para argumentar sus ideas, recurriendo a sus vivencias

personales o escolares; en la *descripción* relacionan los cambios directamente con el tiempo, las cualidades, los procesos y la gradualidad con que suceden, para esto se remiten a la oralidad, material gráfico y escrito elaborado por ellos; luego de haber puesto en práctica habilidades del pensamiento como percibir, observar y comparar; también atienden a *establecer causas*, siendo una de las primeras acciones que realizan, ofreciendo variedad de ideas alternativas para comprender y dar a entender a sus compañeros los cambios que vivencian en su adolescencia, particularmente, cuando estudian el crecimiento del vello y los senos.

Perspectivas de trabajo

- **En cuanto a la ciencia y su enseñanza**

Los cambios que presenta el cuerpo humano son situaciones naturales y cotidianas, que a veces son consideradas irrelevantes en la escuela. Pues bien, producto de esta investigación surge un llamado a que situaciones sencillas se conviertan en una oportunidad para comprender la dinámica de lo vivo, acercando el estudiante al conocimiento científico, de una forma diferente a la clásica, llevándolo a proponer y desarrollar ideas y explicaciones respecto a lo que le resulta interesante, lo que le permite comprender sus observaciones y lo que sucede en su interior o en su medio, así, el aprendizaje adquiere significado para el estudiante.

- **En cuanto al estudio de los cambios en la adolescencia**

Como emergencia de la actividad en el aula, los estudiantes experimentan la modificación en sus concepciones de hormona y organismo. En cuanto a la hormona, pasan de concebirla como un organismo a entenderla como una sustancia química, que se produce en un órgano determinado, tiene una acción específica sobre las células, tejidos, estructuras u órganos del cuerpo, con variedad y diferenciación,

además de ser nominadas y representadas con una fórmula química. Mientras que, el organismo es concebido de forma compleja, como un todo, acercándose a compararlo con un sistema, señalando su conformación por partes interrelacionándose entre sí y con el medio externo, para mantener condiciones y procesos necesarios para su supervivencia. Además, de manera indirecta los estudiantes dejan ver que se conciben funciones que lo caracterizan, como la nutrición, la circulación, la respiración, la reproducción y la posibilidad de heredar características a sus descendientes.

El reconocimiento de las hormonas como sustancias que participan en los cambios de la adolescencia, en conjunto con otros factores, bien sea de naturaleza interna o externa al organismo, y el establecimiento de relaciones entre estos, se contraponen a la generación de explicaciones que han sido reevaluadas a lo largo de la historia de las ciencias naturales. Es decir, propender porque los estudiantes procedan de forma diferente permite reflexionar acerca de las posturas espontaneístas, deterministas y teleológicas vigentes aún en las aulas, en su lugar, se propone adoptar una mirada de totalidad, de integración y de multicausalidad a través de lo cual explican los cambios en el organismo

- **En cuanto a la elaboración de explicaciones en el aula**

Las explicaciones son producidas generalmente en el contexto del aula en el que se involucran los diálogos con el conocimiento de los estudiantes, de sus compañeros, de la docente y con la bibliografía pertinente. Adicionalmente, el aula es el espacio en el cual se regulan las explicaciones y se resignifican las concepciones, prueba de esto es que las primeras explicaciones de los estudiantes acerca de los cambios hacen referencia a la descripción de variaciones físicas de acuerdo con las cualidades, lo que se transforma cuando son capaces de dar cuenta de los cambios en el organismo a partir de las hormonas. De la misma manera, proponer situaciones de estudio donde se evalúan cambios particulares con una intención previa, lleva a los estudiantes a

explicar los cambios en el organismo en un momento determinado, en otros términos se encamina hacia una mirada integrada entre las partes y el todo.

Las explicaciones que se construyen son el producto de una propuesta de aula que permite integrar información de diferentes fuentes, partiendo de lo experimentado por los mismos estudiantes, de su sentir, de sus intereses particulares; tomando referentes de su contexto inmediato ya sea familiar o escolar, en el que hay una interacción continua con sus pares (compañeros o adolescentes de edades semejantes) o padres y docentes, con quienes se dialoga, cuestiona o debate sobre información suministrada por libros, textos de consulta u otros medios de comunicación como la televisión, las revistas e internet. Lo anterior, enriquece las construcciones que se generan, corroborando que las construcciones en ciencias son culturales y susceptibles de ser modificadas de acuerdo con los contextos históricos y sociales.

Uno de los alcances de la propuesta de aula es observar que los estudiantes inicialmente emplean explicaciones simples, en ocasiones carentes de argumentos, que se van enriqueciendo a medida que avanzan las sesiones de trabajo y de construcción colectiva, lo cual es coherente con la idea de Bachelard (1997, p.106) respecto a que *“el niño nace con un cerebro inconcluso, y no con un cerebro desocupado”*. Con esto no se concibe el cerebro como un recipiente que requiere ser llenado, sino que así como el organismo es un sistema abierto que evoluciona, las ideas y las concepciones de nuestros jóvenes también son sistemas que se modifican y se complementan, en este caso, sobre los cambios en la adolescencia.

- **En cuanto a la forma de trabajo en el aula.**

La propuesta de trabajo en aula es fundamental para incentivar la construcción de explicaciones, por esta razón, es relevante pensar en la forma como se orienta el estudio de un fenómeno antes de llevarlo a cabo. Al respecto, se debe generar un ambiente de confianza en el que el estudiante pueda expresar sus ideas y sus

inquietudes sin temor a ser juzgado, logrando, como lo menciona Gómez (2005), una negociación de las experiencias y con la convicción de que el aprendizaje que está modelando le va a ser útil para la comprensión de lo que sucede en su cuerpo y en su entorno, dándole sentido y significado a las prácticas de enseñanza de las ciencias naturales.

Con este estudio se corrobora la necesidad y relevancia de la investigación educativa para lograr trascender en la práctica docente de la enseñanza de las ciencias, solo escudriñando y experimentando en el aula se pueden encontrar nuevos elementos que promuevan un aprendizaje con sentido y significado para los estudiantes y permitan reflexionar acerca de la función de la escuela en la sociedad.

Lo encontrado en la experiencia de aula confirma lo propuesto por Gómez (2008), en la enseñanza de las ciencias se deben tomar como retos, pasar de los temas a las preguntas y los enigmas, de la evaluación de contenidos a la explicación, de la enseñanza de teorías a la generación de hipótesis que conlleven a la producción de ideas. Es decir, se propone que los estudiantes no sólo aprendan biología sino que aprendan cómo se construye el conocimiento biológico.

Finalmente, como lo proponen Jiménez y Pedreros (2014), “desde *una perspectiva de la enseñanza de las ciencias como práctica cultural y del conocimiento como proceso, el significado del aula se redimensiona*”(p.295), el aula ya no se puede ver como el salón, como las cuatro paredes que determinan un espacio físico, al contrario en el aula es necesario contemplar todas las posibles relaciones, a nivel de los individuos que participan en ella como en las ideas, concepciones, cuestionamientos, costumbres, intereses, sentires y gustos de quienes construyen, teniendo en cuenta su entorno cultural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adrián, J. Rangel, E. (s.f.) La transición adolescente y la educación. Aprendizaje y desarrollo de la personalidad. Recuperado el 30 de Abril de 2015 de: http://www3.uji.es/*P~betoret/Instruccion/Aprendizaje%20%20Personalidad/Curso%201213/Apuntes%20Tema%201%20La%20transicion%20adolescente%20y%20la%20educacion.pdf

Adúriz, A. (2008). La explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza: aproximaciones epistemológica y didáctica. En: Revista Latinoamericana de la Universidad de Caldas 4(2) p.101-133.

Arcá, M; Guidoni, P; Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencias*. España: Paidós Educador.

Amaro, S (1975). *Breve historia de la endocrinología*. La Habana: Editorial Científico-Technica.

Barnes, D (1971). Language and learning in the classroom. In: Journal of curriculum studies 3(1). p.27-38.

Bachelard, G. (1997). *La filosofía del no*. Buenos Aires: Amorrortu.

Berk, L. (1997). *Desarrollo del niño y del adolescente*. Madrid: Prentice Hall Iberia.

Bohorquez, L. (2012). Explorando condiciones para complejizar las explicaciones de los estudiantes sobre el funcionamiento de su cuerpo. (Tesis de especialización) Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Brooks, J; Warren, M. (1989). The psychological significance of secondary sexual characteristics in 9 to 11 year old girls. Child Development.59 p.161 - 169.

Candela, A. (1991). Argumentación y conocimiento científico escolar. En: Revista infancia y aprendizaje. 55. p.13-28.

Cañal, P. (2003). ¿Qué investigar de los seres vivos? En: Revista Investigación en la Escuela (57) p. 27-38.

Dawkins, R. (1988). *El Relojero ciego*. Barcelona: Labor

Foucault, M. (1983). *El orden del discurso*. Barcelona: Tusquets.

Garzón, A. (2008). *Hacia la constitución de la mirada de totalidad del organismo a partir del consumo de alimentos y de la enfermedad de la diabetes*. (Tesis de especialización). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Giordan, A. y De Vecchi. (1995). *Los orígenes del saber. Fundamentos N°1 Colección Investigación y Enseñanza*. Sevilla: Diada Editorial.

Gismondi, I. (2007). *Principios de química. Los caminos del descubrimiento*. Tercera edición. Argentina: Editorial médica panamericana.

Gómez, A. (2005). *La Construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar*. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España.

Gómez, A. (2006). *Construcción de explicaciones científicas escolares*. En: *Revista Educación y Pedagogía*. Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad de Educación. 18 (45) p.73-83.

Gómez, A. (2008). *Construcción de explicaciones multimodales ¿qué aportan los diversos registros semióticos?* *Revista latinoamericana de Estudios Educativos Manizales*: Universidad de Caldas 4(2) p. 83-99.

Gómez, A. (2011). *La enseñanza de la biología en educación básica: modelización y construcción de explicaciones multimodales*. Conferencia inaugural del VI encuentro nacional de experiencias en enseñanza de la biología y educación ambiental. Primer congreso nacional de investigación en enseñanza de la biología. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Guyton, C; Hall, J. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Barcelona, España: Elsevier.

Henao, G. (2004). *Endocrinología y epistemología: El eje hipotálamo-hipófisis-ovario revisitado*. En: *Revista Colombiana de Obstetricia Ginecológica*. 55 (3).

Jacob, F. (1999). *La lógica de lo viviente. Una historia de la herencia*. Barcelona: Tusquets.

Jiménez-Aleixandre, M. (2003). *La enseñanza y el aprendizaje de la biología*. En: Jiménez-Aleixandre (Coord.), Enseñar Ciencias. Barcelona: Grao.

Jiménez, F. (1995). La dinámica de sistemas como estrategia para la representación integral de conocimiento de los procesos homeostáticos en el organismo humano. (tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Jiménez, R. (2005). Diseño y aplicación del programa guía de actividades para la enseñanza del concepto hormona para el Grado Octavo. (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Jiménez, J. (2012). Aportes pedagógicos para la enseñanza de la biología y el aprendizaje del cuerpo humano desde el pensamiento sistémico. (Tesis de especialización). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Jiménez, G; Pedreros, R. (2014). El aula como sistema de relaciones. Módulo de pedagogía II. Maestría en docencia de las ciencias naturales. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional

Langley, L. (1969). *Homeóstasis*. Madrid: Editorial Alambra.

Latorre, A. (2003). *La investigación - acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. España: Editorial Grao.

Laszlo, E. (1993). *La gran bifurcación*. Barcelona: Editorial Gedisa. S.A.

Laszlo, E. (2004). *La ciencia y el campo akásico. Una teoría integral del todo*. Madrid: Nowtilus. S.L.

Mc Bride, J. (2002). *Testosterona, héroes, amantes y villanos*. México: Mc Graw Hill.

Martínez, M. (2006). La investigación cualitativa. En: Revista IIPSI. Facultad de Psicología UNMSM. 9 (1). p. 123 – 146.

Maturana, H. Varela, F. (1996). *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento humano*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

Maturana, H. Varela, F. (1995). *De máquinas y seres vivos. autopoiesis: la organización de lo vivo*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

Mayr, E. (2005). *Así es la biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica*. Buenos Aires: Katz

Mayr, E. (2006). *Por qué es única la biología*. Madrid: Debate.

Morin, E. (1981). *El Método I. La naturaleza de la naturaleza*. Madrid: Ediciones Cátedra, S.A.

Nagel, E. (1974). *La estructura de la ciencia*. Buenos Aires: Paidós.

Newton, Isaac. (1803). *The mathematical principles of natural philosophy*. Printed for H.D Symonds, n. 20. London

Pedrerros, R; Vargas, M. (2013). Módulo fenomenología de transformación de las sustancias, Parte III. Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Prigogine, I. (1983). *La nueva alianza, metamorfosis de la ciencia*. Madrid: Alianza.

Puentes, M. (2004). Las concepciones y conocimientos escolares acerca de hormona, que poseen los estudiantes de octavo grado JT del IED Miguel Antonio Caro. (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Rodríguez, Gil, J. & García, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. España: Ediciones Aljibe.

Santrock, J. (2003). *Psicología del desarrollo en la adolescencia*. Madrid: McGraw-Hill.

Stake, R. (1999). *Investigación con estudios de casos*. Segunda Edición. Madrid: Ediciones Morata.

Vargas, G. (2011). Dialéctica del concepto de miasma a través de la historia. (Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Weizs, B. (1975). *La ciencia de la biología*. España: Omega.

ANEXO 1

La actividad se desarrolló proponiendo 18 preguntas diferentes a los estudiantes (E), las cuales fueron construidas previamente por la docente (P). Para solucionar el cuestionario se otorgó la palabra a diferentes estudiantes a la vez. A continuación se muestra la transcripción de la sesión de clase.

La primera pregunta tiene como intención conocer la manera cómo actúan las hormonas en el cuerpo.

P: ¿Por qué las hormonas generan cambios en el cuerpo?

E1: profe, no sabemos que es una hormona?

P: ¿qué creen los demás que es una hormona?

E2: es una célula especializada

P: quién más tiene otra idea? Alguno de ustedes escribió unas clases atrás que era un organismo... ¿cómo se imaginan una hormona?

E3: no me la imagino

E4: es una partícula

E5: no, no es partícula...

P: ¿qué es entonces?

E6: está en el cuerpo

E7: están en el sistema nervioso

E8: no profe, en el sistema endocrino

E9: es una sustancia

E10: son proteínas

P: han dicho cosas interesantes, es una sustancia, esa sustancia es una proteína y viaja por la sangre.

E11: pueden estar por el cuerpo, o sea las hormonas atraen a los animales

E12: se pueden liberar hormonas

P: bueno, entonces, ¿por qué las hormonas generan cambios en el cuerpo?

E13: porque las proteínas estimulan cambios en el cuerpo

P: ¿las hormonas son las únicas proteínas que tenemos en el cuerpo?

E14: no

P: ¿dónde más hay proteínas?

E14: en los alimentos

P: no han dado respuesta a lo primero que he dicho

E15: porque estimulan las células

P: ojo, Thomas qué dices atrás

E16: estimulan también los órganos

Teniendo en cuenta que los estudiantes son reiterativos en mencionar el tiempo como una condición para que se den los cambios hormonales, se les formula la pregunta:

P: ¿Cuándo generan cambios las hormonas?

E1: en la pubertad

E2: todo el tiempo

E3: en la adolescencia

E4: en un momento específico

E5: siempre tenemos hormonas, pero en la pubertad se nota más y cuando envejecemos el cuerpo se va degenerando y no las produce

E6: en la niñez también

P: por qué no se “disparan” antes o después de la adolescencia

E7: porque en esa edad el cuerpo está en su mejor desarrollo

E8: el cuerpo no tiene un perfecto estado... pero ese es el momento

En otras intervenciones, los estudiantes muestran cuáles son sus conocimientos sobre las hormonas en el cuerpo, por ejemplo:

P: ¿Cómo actúan las hormonas en hombres y mujeres?

E1: son diferentes las hormonas que actúan en unos y otros

E2: algunos tienen mayor cantidad

P: actúan en el mismo momento en los dos géneros

E3: no, actúan más en las mujeres, se nota desde antes

E4: de pronto no primero, pero si más rápido

La pregunta anterior surge debido a que los adolescentes en sesiones pasadas manifiestan que hay diferencia entre las hormonas de hombres y mujeres.

Para incluir otros factores que los estudiantes han relacionado en sesiones anteriores con el desarrollo hormonal se pregunta

P: ¿Por qué la genética regula algunos cambios y no sólo las hormonas?

E1: porque solemos tener rasgos parecidos a los de nuestros padres.

E2: porque la información de cómo vamos a ser nosotros es genética

E3: por los alelos múltiples, ya que ellos son los que demuestran las posibilidades de las características

P: ojo con lo siguiente, ¿la genética es la única que controla la expresión física?

¿Solamente son cambios genéticos?

E4: no

P: ¿Cuáles son los otros factores van a influir en los cambios en el cuerpo?

E4: los cambios ambientales

E5: la alimentación

En la solución del cuestionamiento, los adolescentes expresan que el componente genético es determinante durante los cambios corporales, sin embargo, en sus ideas no profundizan en el establecimiento de relaciones entre los factores genéticos en relación con los factores hormonales.

Posteriormente, se indaga sobre el lugar donde se encuentran las hormonas en el organismo y estas son sus respuestas al respecto

E1: en todo el cuerpo

E2: en las glándulas y en las células ya que las células son las que permiten la acción de las hormonas

E3: en la sangre

Se aprecia que los estudiantes no asocian la presencia de hormonas únicamente a glándulas como suele suceder cuando se lleva esta situación al aula de clase.

Para establecer la continuidad de las ideas se les pregunta

P: ¿Por qué los cambios no se presentan de igual forma en todos los organismos?

E1: porque por ejemplo los alimentos que consume cada uno van a variar

E2: porque cada organismo es diferente y crece con condiciones diferentes

E3: depende también de la edad, a todos no nos sucede lo mismo a la misma edad

En sus repuestas los estudiantes reiteran que las condiciones en las cuales se desarrollan los organismos y el organismo humano es particular y dicha particularidad está influenciando cada cambio corporal.

Al preguntarles por las situaciones de estudio abordadas en las sesiones anteriores, específicamente por qué los senos y el vello no crecen igual en todas las personas, estas son sus respuestas:

E1: porque depende de la cantidad de hormonas

E2: depende como trabaje la hormona que está encargada de cada cambio del cuerpo y de la genética porque es diferente una familia en donde hay bastante vello corporal a una donde todos son lampiños

Es evidente la intención de relacionar los factores genéticos con los factores hormonales como una forma de explicar. Sin embargo, la respuesta del E2 otorga a la hormona una cierta finalidad al manifestar que “*está encargada de*”.

Continuando con el desarrollo del cuestionario, se les pregunta si todas las personas tienen la misma cantidad de hormonas

E1: no, por la alimentación y por la genética

E2: no porque no todas las glándulas y células no producen la misma cantidad de hormonas, se producen más en las glándulas

E3: no sé si valga el ejemplo profe, pero un joven no tendrá la misma cantidad de hormonas que una persona de 50 años

P: por ejemplo, sí

La respuesta del estudiante 3 (E3), deja ver una concepción de que la actividad hormonal no es la misma en los diferentes estados del individuo, lo cual ha sido reiterativo a lo largo de las sesiones en donde los estudiantes señalan la temporalidad de los cambios hormonales.

Nuevamente se les indaga, sobre la naturaleza de las hormonas, así

P: ¿Todas las hormonas son iguales?

E1: no porque cada una tiene una función específica

E2: no porque depende de la glándula que la produzca

E3: hay muchos tipos de hormonas

Aunque los adolescentes no profundizan en sus respuestas, si dejan ver que conciben las hormonas como sustancias de diferente naturaleza de acuerdo con su función y la glándula que las origine.

Se les pregunta por los momentos en los cuales han escuchado de las hormonas,

E1: en la pubertad

E2: en la clase

P: ¿sólo en la clase?

E3: no, cuando le dicen “bájale a las hormonas”

E4: “tiene las hormonas alborotadas”

Las respuestas anteriores reiteran cómo el entorno de los sujetos permea las ideas que estos tienen acerca de los fenómenos hormonales.

Posteriormente, se les pregunta

P: ¿Tenemos hormonas cuando nacemos?

E1: sí

E2: porque si son proteínas deben estar presentes cuando nos vamos conformando

E3: si porque tenemos glándulas

Las afirmaciones respecto a poseer hormonas durante el nacimiento, demuestra que los estudiantes reconocen las hormonas como parte de las sustancias que regulan nuestro organismo desde una edad temprana.

Los estudiantes son reiterativos al respecto de la temporalidad de la acción hormonal en ciertas etapas del desarrollo del individuo como por ejemplo el embarazo, lo cual surge en sus respuestas cuando se les interroga ¿quiénes tienen más hormonas?

E1: Las mujeres porque tiene desordenes hormonales

E2: las mujeres, yo sé que las mujeres tienen más

E3: son las mismas que tenemos nosotros (los hombres)

E4: las mujeres tienen más, por ejemplo, durante el embarazo producen hormonas especiales

Finalmente, se les pregunta acerca de la presencia de las hormonas en la siguiente forma:

P: ¿Qué pasaría si no tuviéramos hormonas?

E1: no creceríamos

E2: nos quedaríamos pequeños en el vientre

E3: no hubiésemos nacido porque nuestros padres no se hubiesen reproducido porque no tenían hormonas tampoco

P: ¿qué efecto tienen entonces las hormonas en el organismo?

E1: desarrollo

E2: crecimiento

E3: todo

P: ¿todo se da por las hormonas?

E3: no todo, pero si la mayoría de los procesos

Las respuestas anteriores, dejan ver que los estudiantes atribuyen el control del desarrollo y el crecimiento en general a las hormonas.